

Seidel, Christiane

Life Cycle Planning – Beeinflussbarkeit von Lebenszykluskosten in der Planungsphase am
Beispiel der Fußbodengestaltung

eingereicht als

BACHELORARBEIT

an der

HOCHSCHULE MITTWEIDA (FH)

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Fakultät Maschinenbau

Studiengang Immobilienmanagement und Facilities Management

Dresden, 2010

Erstprüfer: Herr Prof. Dr.-Ing. Berndt Gaier

Zweitprüfer: Herr Dipl.-Ing. Thomas Henkel

vorgelegte Arbeit wurde verteidigt am: 27.05.2010

BACHELORARBEIT

Frau
Christiane Seidel

Life Cycle Planning
Beeinflussbarkeit von Lebenszykluskosten
in der Planungsphase
am Beispiel der Fußbodengestaltung

2010

BACHELORARBEIT

Life Cycle Planning Beeinflussbarkeit von Lebenszykluskosten in der Planungsphase am Beispiel der Fußbodengestaltung

Autorin:

Christiane Seidel

Studiengang:

Immobilienmanagement und Facilities Management

Seminargruppe:

FM06w1-B

Matrikelnummer:

M18205

Erstprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Berndt Gaier

Zweitprüfer:

Dipl.-Ing. Thomas Henkel

Dresden, April 2010

Bibliografische Beschreibung:

Seidel, Christiane:

Life Cycle Planning – Beeinflussbarkeit von Lebenszykluskosten in der Planungsphase am Beispiel der Fußbodengestaltung. -2010-. 78 S. - Dresden, Hochschule Mittweida, Fakultät Maschinenbau, Bachelorarbeit, 2010

Referat

Ziel dieser Bachelorarbeit ist die Zusammenführung der Bau- und der Nutzungsphase eines Gebäudes. Mithilfe der Lebenszykluskosten-Rechnung als Instrument kann diese phasenübergreifende Betrachtung ermöglicht werden. In der vorliegenden Arbeit werden die Auswirkungen von Planungsentscheidungen über den gesamten Lebenszyklus einer Immobilie untersucht. Der Fokus liegt dabei vor allem auf den Kosten. Verdeutlicht werden sollen die Auswirkungen der Planung am Beispiel der Fußbodengestaltung. Es erfolgt eine Untersuchung verschiedener Bodenbeläge und deren Verlauf der Erstkosten sowie der Folgekosten. Daraus resultierend wird die optimale Variante ermittelt, deren Ausführung zur Errichtung eines effektiven, effizienten und nachhaltig erfolgreichen Gebäudes beiträgt. Um die Folgen von Planungsentscheidungen zu verdeutlichen, wird letztlich eine Aussage zur Beeinflussbarkeit von Lebenszykluskosten in der Planungsphase getroffen.

Inhaltsverzeichnis

REFERAT	I
INHALTSVERZEICHNIS	II
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IV
FORMELVERZEICHNIS	IV
TABELLENVERZEICHNIS	IV
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	V
1 EINLEITUNG	1
1.1 PROBLEMSTELLUNG	3
1.2 ZIEL DER ARBEIT	4
1.3 AUFBAU DER ARBEIT	4
2 LEBENSZYKLUS VON IMMOBILIEN	6
2.1 LEBENSZYKLUSPHASEN	6
2.2 LEBENSZYKLUSKOSTEN	9
2.2.1 <i>Erstkosten</i>	10
2.2.2 <i>Folgekosten</i>	10
2.2.3 <i>Abhängigkeit von Erstkosten und Folgekosten</i>	12
2.3 LEBENSZYKLUSERFOLG	13
3 LEBENSZYKLUSKOSTEN - RECHNUNG	14
3.1 ZIEL DER BERECHNUNG	14
3.2 BERECHNUNGSVERFAHREN	14
3.3 BERECHNUNGSKENNZAHLEN	17
3.4 PROGNOSEUNSICHERHEIT	20
4 BEEINFLUSSBARKEIT VON LEBENSZYKLUSKOSTEN	21
4.1 BEEINFLUSSBARKEIT IN DER PLANUNGSPHASE	22
4.2 BEEINFLUSSBARKEIT IN DER NUTZUNGSPHASE	23
4.3 DARSTELLUNG DER BEEINFLUSSBARKEIT IN DER LEBENSZYKLUSKOSTEN-RECHNUNG	24
5 DAS BAUTEIL FUßBODEN – AUFBAU, KOSTEN UND GESTALTUNG	25
5.1 FUßBODENAUFBAU	25
5.1.1 <i>Konstruktion und Unterboden</i>	25
5.1.2 <i>Bodenbelag</i>	26
5.1.2.1 <i>Textilbeläge</i>	27
5.1.2.2 <i>Elastische Beläge</i>	28
5.1.2.3 <i>Hartbeläge</i>	30

5.2 LEBENSZYKLUS DES FUßBODENS	31
5.3 LEBENSZYKLUSKOSTEN DES FUßBODENS	32
5.3.1 <i>Erstkosten</i>	32
5.3.1.1 Planungskosten	32
5.3.1.2 Errichtungskosten	32
5.3.1.3 Bauendreinigung	32
5.3.2 <i>Folgekosten</i>	33
5.3.2.1 Reinigungskosten	33
5.3.2.2 Bauunterhaltungskosten	37
5.3.3 <i>Endkosten</i>	38
5.3.4 <i>Betrachtungszeitraum</i>	38
5.3.5 <i>Technische Lebensdauer des Fußbodens</i>	39
5.4 EINFLUSS UND BEEINFLUSSBARKEIT	40
6 LEBENSZYKLUSKOSTEN - RECHNUNG AM BEISPIEL DES FUßBODENBELAGS	41
6.1 VORSTELLUNG DES PROJEKTS	41
6.2 KENNZAHLEN	41
6.3 DAS LEBENSZYKLUSKOSTEN-MODELL	42
7 ZUSAMMENFASSUNG	44
7.1 ERGEBNIS DER BERECHNUNGEN	44
7.1.1 <i>Einfluss der Bodenbelagsart</i>	44
7.1.2 <i>Analyse der Erst- und Folgekosten</i>	46
7.1.3 <i>Beeinflussbarkeit der Lebenszykluskosten</i>	48
7.2 CHANCEN DER LEBENSZYKLUSKOSTEN-RECHNUNG	49
7.3 GRENZEN DER LEBENSZYKLUSKOSTEN-RECHNUNG	49
7.4 BEDEUTUNG VON FACILITY MANAGEMENT IN DER PLANUNGSPHASE	50
ANLAGEN	VI
LITERATURVERZEICHNIS	XIX
SELBSTSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG	XXVI

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Immobilien-Lebenszyklus.....	7
Abbildung 2 Gliederung Erstkosten und Folgekosten	9
Abbildung 3 Kostenverlauf Erstkosten und Folgekosten	12
Abbildung 4 Investitionsrechnung.....	15
Abbildung 5 Kostenbeeinflussbarkeit im Lebenszyklus eines Gebäudes	21
Abbildung 6 Fußbodenaufbau	26
Abbildung 7 Übersicht Bodenbelagsarten.....	27
Abbildung 8 Fußboden-Lebenszyklus.....	31
Abbildung 9 Reinigung nach GEFMA 200 und DIN 18960.....	33
Abbildung 10 Einflussfaktoren der Reinigungskosten	34
Abbildung 11 Einflussfaktoren der Lebenszykluskosten	40
Abbildung 12 Analyse der Erst- und Folgekosten	47
Abbildung 13 Kostenverlauf Erst- und Folgekosten	47

Formelverzeichnis

Formel 1 Berechnung der Lebenszykluskosten	11
Formel 2 Berechnung der Beeinflussbarkeit	24
Formel 3 Berechnung der Reinigungskosten	34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Nutzungsdauer von Immobilien.....	19
Tabelle 2 Flächenleistung.....	36
Tabelle 3 Stundenverrechnungssatz	37
Tabelle 4 Technische Lebensdauer von Bodenbelägen	39
Tabelle 5 Ausführungsvarianten des Fußbodens	43
Tabelle 6 Ranking der Bodenbelagsarten.....	44
Tabelle 7 Analyse der Erst- und Folgekosten	46
Tabelle 8 Best Case und Worst Case der Lebenszykluskosten	48

Abkürzungsverzeichnis

Abs.	Absatz
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BOT	Build-Operate-Transfer
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
FM	Facility Management
GEFMA	German Facility Management Association
h	Stunde
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
LCC	Life Cycle Costs
LZK	Lebenszykluskosten
PPP	Public Private Partnership
PVC	Polyvinylchlorid
qm	Quadratmeter
vgl.	vergleiche
VOB	Verdingungsordnung für Bauleistungen
VOFI	Vollständiger Finanzplan
VOL	Verdingungsordnung für Leistungen
WertR	Wertermittlungsrichtlinie

1 Einleitung

„Drei Dinge sind an einem Gebäude zu beachten: daß es am rechten Fleck stehe, daß es wohlgegründet, daß es vollkommen ausgeführt sei.“¹

Johann Wolfgang von Goethe

Wie auch Goethe schon sagte, ist neben der Lage und Stabilität eines Gebäudes dessen **„Vollkommene Ausführung“** ein entscheidendes Erfolgskriterium. Diese Vollkommenheit liegt in der Hand des Architekten, dessen Erfolg grundsätzlich an einer gelungenen Gestaltung, Konstruktion, Funktion und Wirtschaftlichkeit des Objektes bemessen wird.² In der Praxis des Baugewerbes ist dieses wirtschaftliche Handeln jedoch vorrangig an der **Einhaltung der Baukosten** und Fertigstellungstermine sowie an der Erfüllung baulicher Qualitätsanforderungen orientiert.

Ohnehin stehen Bund, Ländern und Kommunen nur begrenzt Mittel für Bauprojekte zur Verfügung. Im Bereich des öffentlichen Hochbaus, welcher oft auf Fördermittel angewiesen ist und somit nur ein eingeschränktes Budget zur Errichtung des Gebäudes vorhanden ist, wird versucht, im geringstmöglichen Umfang zu investieren und anfallende Baukosten auf ein Minimum zu reduzieren.³

Mit dem Ziel **eine nachhaltige Immobilie** zu errichten, sollte jedoch bereits im Rahmen der Planung die gesamte Lebensdauer des Gebäudes betrachtet werden. Denn durch die in der Planungsphase getroffenen Entscheidungen werden anfallende Kosten späterer Phasen bereits zu weiten Teilen determiniert. Die Kosten der Errichtung, der Nutzung und der Verwertung eines Gebäudes sind also durch Planungsentscheidungen bereits weitestgehend festgelegt, spätere Änderungen sind mit erheblichem Aufwand verbunden und damit nicht effektiv.⁴ Der Betrieb des Gebäudes im Rahmen der Nutzungsphase umfasst den längsten Zeitraum der Lebensdauer. Entsprechend hoch sind die Bewirtschaftungskosten, sie betragen bei einer dreißig-jährigen Nutzungsphase eines Bauwerks etwa 80 bis 85 Prozent der Gesamtkosten.⁵

¹ o.V., Einweihung Neubau, www.sms.sachsen.de, verfügbar am 18.04.2010

² Vgl. Möller, Wirtschaftlichkeit im Architektenwettbewerb, 1998, S.179

³ Vgl. KGSt, Bauplanung und Reinigungskosten, 1982, S.3

⁴ Vgl. Pelzeter, Lebenszykluskosten, 2006, S.2-3

⁵ Vgl. Wiedenmann, Risikomanagement, 2005, S.91

Die **Fokussierung auf die Nutzungskosten** erfordert somit ein Umdenken in der „Planerwelt“ weg von der Minimierung der Baukosten und hin zur Optimierung der Gesamtkosten. Wirtschaftlichkeit muss auch die Folgekosten einer Erstinvestition berücksichtigen und sich als optimales Verhältnis zwischen Baukosten und Nutzungskosten verstehen.⁶ Laut einer Studie der Dresdner Bank amortisieren sich nutzungsorientierte Planungskonzepte bereits nach ca. drei Jahren der Nutzung.⁷ Dies zeigt, dass auch anfangs hohe Investitionsausgaben langfristig den Erfolg einer Immobilie garantieren können.

Die optimale Nutzbarkeit eines Gebäudes bei gleichzeitig minimalem Aufwand an laufenden Kosten versteht sich als Hauptaufgabe des Facility Managements. Als ganzheitlicher Managementansatz beginnt diese Optimierung bereits in der Planungsphase. Voraussetzung dafür sind die **Integration von Facility Management (FM)** in den Planungsprozess und die Entstehung einer Schnittstelle zwischen Planung, Bau und Nutzung.

Der Begriff „**FM-gerechte Planung**“ ist nicht klar definiert, demzufolge ist jede Konstruktion mehr oder weniger FM-gerecht. Kriterien für ein nutzungsoptimiertes Gebäude sind unter anderem Funktionalität, Flexibilität, Qualität und geringe Betriebskosten.⁸ Eine FM-gerechte Planung sollte auch im Interesse des Eigentümers sein, da er durch die Errichtung funktionaler Flächen das Interesse potentieller Mieter steigern und somit Leerstand vermindern bzw. vermeiden kann.

Als Instrument für eine langfristige Betrachtung der Immobilie und die Auswirkung von Planungsentscheidungen dient die **Lebenszykluskosten-Rechnung**. Durch die phasenübergreifende Kostenbetrachtung kann der Einfluss von Entscheidungen früher Projektstadien auf lange Sicht beurteilt werden. Somit ist es möglich, verschiedene Alternativen miteinander zu vergleichen und die langfristig effektivste Variante zu ermitteln.

⁶ Vgl. Naber, Baunutzungskosten, 2002, S.14

⁷ Vgl. Schneider, Facility Management, 2001, S.12

⁸ Vgl. Nagel, Facility Management, 2007, S.95

1.1 Problemstellung

Die Schnittstellen-Problematik zwischen Planung, Bau und Nutzung soll am Beispiel der Fußbodengestaltung verdeutlicht werden. Der Fußboden, insbesondere der Bodenbelag, ist ein wichtiges Gestaltungselement eines Raumes, wobei dessen Material, Farbe und Struktur das Erscheinungsbild, die Nutzbarkeit und die Behaglichkeit beeinflussen.⁹ Die Auswahl des Bodenbelags lässt einen großen Spielraum zu, nicht zuletzt durch eine Vielzahl von Marktteilnehmern und Produkten sowie zahlreichen Neuentwicklungen von Werkstoffen mit unterschiedlichsten Qualitäten und Preisen.¹⁰ Die Fußbodengestaltung obliegt im Regelfall dem Innenarchitekt, wobei sich dessen Entscheidungsgrundlage primär an der Ästhetik, also der gestalterischen Einheit von Bodenbelag, Wand- und Fenstergestaltung sowie Einrichtung orientiert.

Ungeachtet der ästhetischen Aspekte verursacht der Fußboden auch erhebliche Kosten im Lebenszyklus der Immobilie. Neben den Aufwendungen der Investition entfallen etwa 15 bis 20 Prozent¹¹ der gesamten Betriebskosten auf die Unterhaltsreinigung des Fußbodens. Hinzu kommen noch die Bauunterhaltskosten und die Verwertungskosten.

Durch die Gestaltung des Grundrisses und der Festlegung der zu verwendenden Bodenbeläge im Rahmen der Planung werden die eben beschriebenen Kosten weitestgehend eingegrenzt und durch die Vergabe der Bau-, Reinigungs- und Bauunterhaltsleistungen schließlich vertraglich fixiert. Die ausführenden Unternehmen und Dienstleister sind somit das letzte Glied der Kette. Bauherren und Architekten denken oft erst nach der Fertigstellung des Gebäudes an daraufhin anfallende Kosten für Reinigung und Bauunterhalt. Durch die fehlende Berücksichtigung entstehender Folgekosten einer Investition besteht die Gefahr, dass gegebenenfalls in der Nutzungsphase eine funktionsgerechte Reinigung der Flächen nicht möglich ist und somit langfristig sehr hohe Kosten entstehen.¹²

⁹ Vgl. Hampe, Gebäudeplanung und Reinigungskosten, 1979, S.48

¹⁰ Vgl. Ebenda, S.4

¹¹ Vgl. Timmer, Lebenszyklusoptimierte Planung, 2007, S.5

¹² Vgl. o.V., Reinigungsfreundliche Bauplanung, www.ak-dig.de, verfügbar am 18.02.2010

1.2 Ziel der Arbeit

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Ermittlung des Toleranzbereichs von Lebenszykluskosten in der Planungsphase. Dieser Toleranzbereich ist derjenige Spielraum, indem die Lebenszykluskosten beeinflussbar sind. Verdeutlicht werden soll dies am Beispiel der Fußbodengestaltung. Daraus resultierend soll ein Bewusstsein für die Auswirkungen von Planungsentscheidungen auf die Lebenszykluskosten einer Immobilie geschaffen werden.

Erreicht werden soll dieses Ziel mithilfe der Erstellung eines Lebenszykluskosten-Modells, welches die Erstkosten und die Folgekosten, die durch den Fußboden verursacht werden, berücksichtigt. Die Berechnungen werden unter Verwendung verschiedener Bodenbeläge durchgeführt. Im Anschluss wird die jeweilige Summe der Lebenszykluskosten am Ende der Gebäude-Nutzungsdauer miteinander verglichen. Daraus resultierend wird ein Ranking der Fußböden erstellt, wobei derjenige mit dem günstigsten Lebenszykluskosten den ersten Rang belegt, dem Kostenintensivsten hingegen der letzte Rang zu Teil wird. Letztendlich wird dann die Spannweite dieser beiden Werte ermittelt und analysiert.

Diese Arbeit beschäftigt sich ausschließlich mit Kosten, andere Kriterien wie die Ästhetik oder erzielbare Erträge aus Mieteinnahmen werden nicht betrachtet. Qualitativ hochwertige Materialien und bauplanerische Freiheiten müssen allerdings nicht unbedingt im Widerspruch zu lebenszyklusoptimierten Investitionsentscheidungen stehen. Von höchster Priorität ist dennoch der Einfluss von nutzungsorientierten Aspekten in die planerischen Überlegungen um ein effektives, effizientes und nachhaltig erfolgreiches Gebäude zu errichten.

1.3 Aufbau der Arbeit

Das **erste Kapitel** begründet zunächst die Relevanz der Thematik und erörtert die Problemstellung. Daraufhin wird das Ziel dieser Arbeit als Lösungsansatz zur Problematik formuliert. Schließlich wird der Aufbau der Arbeit näher dargestellt.

Anschließend werden im **zweiten Kapitel** der Lebenszyklus einer Immobilie beschrieben und die einzelnen Phasen näher dargestellt. Verbunden damit erfolgt eine Definition der Begriffe Lebenszykluskosten und Lebenszykluserfolg.

Kapitel drei greift das Thema „Lebenszykluskosten-Rechnung“ auf. Es werden verschiedene Methoden zur Berechnung vorgestellt und bewertet. Des Weiteren werden die zur Berechnung benötigten Kennzahlen bzw. Kenngrößen beschrieben und den jeweiligen Lebenszyklusphasen zugeordnet.

In **Kapitel vier** wird die Beeinflussbarkeit der Lebenszykluskosten dargestellt, zum einen die Beeinflussbarkeit in der Planungsphase und zum anderen jene in der Nutzungsphase. Zusätzlich wird erklärt, wie diese innerhalb der Lebenszykluskosten-Rechnung gemessen werden kann.

Da die Lebenszykluskosten-Rechnung anhand der Fußbodengestaltung durchgeführt werden soll, beschäftigt sich **Kapitel fünf** mit den Lebenszykluskosten des Fußbodens. Die benötigten Kennzahlen und deren Einflussfaktoren werden dargestellt.

In **Kapitel sechs** erfolgt die Anwendung der theoretisch erarbeiteten Grundlagen anhand eines Beispielprojektes. Ziel dieses Kapitels ist es, ein Lebenszykluskosten-Modell für verschiedene Ausführungsvarianten des Fußbodens zu erstellen. Dieses Modell bildet die Grundlage zur Ermittlung der Beeinflussbarkeit der Kosten in der Planungsphase.

Kapitel sieben schließlich interpretiert die Ergebnisse der Lebenszykluskosten-Rechnung, stellt aber auch die Chancen und Risiken solch einer Berechnung dar. Abschließend wird die Notwendigkeit der phasenübergreifenden Betrachtung eines Gebäudes erörtert.

2 Lebenszyklus von Immobilien

Der Begriff Lebenszyklus ist sehr breit gefächert und kann auf jedes Produkt angewendet werden. Der **Produktlebenszyklus** umfasst im Wesentlichen fünf Phasen, von der Forschung und Entwicklung über die Gründungs- und Wachstumsphase erreicht das Produkt schließlich die Marktreife, anschließend die Marktsättigung und endet letztlich in der Degenerationsphase.¹³ In der Forschungs- und Entwicklungsphase, welche bereits hohe Investitionsaufwendungen mit sich bringt, wird das Produkt zur Marktreife gebracht. Anschließend kommt es auf den Markt und generiert dort, in Verbindung mit Marketingmaßnahmen, Umsatz. Nach dieser sogenannten Wachstumsphase wird das Produkt im Hinblick auf Produktionskosten und Absatzmengen weiter optimiert und erreicht schließlich die Sättigungsphase. Die Nachfrage des Produkts nimmt aufgrund neuer Marktteilnehmer und des Angebots innovativerer Produkte ab. Letztendlich wird das Produkt vom Markt entfernt oder erfährt ein Redevelopment.¹⁴

Der **Immobilien-Lebenszyklus** hingegen unterscheidet sich von diesem Produkt-Lebenszyklus insofern, als dass die Lebensdauer eines Gebäudes eine viel längere Zeitspanne umfasst. Allein schon der Zeitraum bis zur Herbeiführung der Nutzbarkeit, also die Dauer von der Investitionsentscheidung bis zur Fertigstellung des Bauwerkes, kann je nach Größenordnung des Objektes zwei bis fünf Jahre oder länger betragen. Dabei besteht das Risiko, dass sich in diesem Zeitraum bereits eine Veränderung der Nachfragesituation ergibt. Die Planungs- und Bauphase bringt also auch eine Unsicherheit für den Investor mit sich. Ein weiterer Aspekt ist die Heterogenität, denn das Produkt „Immobilie“ ist einmalig. Allein schon aufgrund der Unbeweglichkeit bzw. Standortgebundenheit ist jede auf dem Markt befindliche Immobilie ein Unikat.¹⁵

2.1 Lebenszyklusphasen

Der Lebenszyklus einer Immobilie beginnt mit deren Planung und Errichtung, es folgt die Phase der Nutzung und letztendlich der Abriss. Genauer betrachtet ist dies jedoch kein Zyklus, sondern vielmehr eine Lebensspanne.¹⁶ Der Begriff Immobilie ist rechtlich nicht definiert. Das Bürgerliche Gesetzbuch spricht lediglich von Grundstücken, wobei das darauf befindliche Gebäude wesentlicher Bestandteil des Grundstückes ist. Man kann

¹³ Vgl. Back-Hock, Produktlebenszyklus, 1992, S.275

¹⁴ Vgl. Milivojevic, Facility Management-Konzept, 2004, S.9-10

¹⁵ Vgl. Brauer, Grundlagen der Immobilienwirtschaft, 2006, S.26-27

¹⁶ Vgl. Zehrer, Handbuch Facility Management, 2005., Abschnitt 2.2.4, S.1

also sagen, dass eine Immobilie sowohl Grund und Boden, als auch Gebäude darstellt.¹⁷ Somit wird deutlich, dass sowohl durch eine Revitalisierung bzw. Modernisierung eines bestehenden Gebäudes, als auch durch den Abriss und eine anschließende Neubebauung des Grundstückes der Lebenszyklus einer Immobilie fortgesetzt wird und wieder von neuem beginnt. Der Ablauf des Zyklus ist in Abbildung 1 dargestellt.

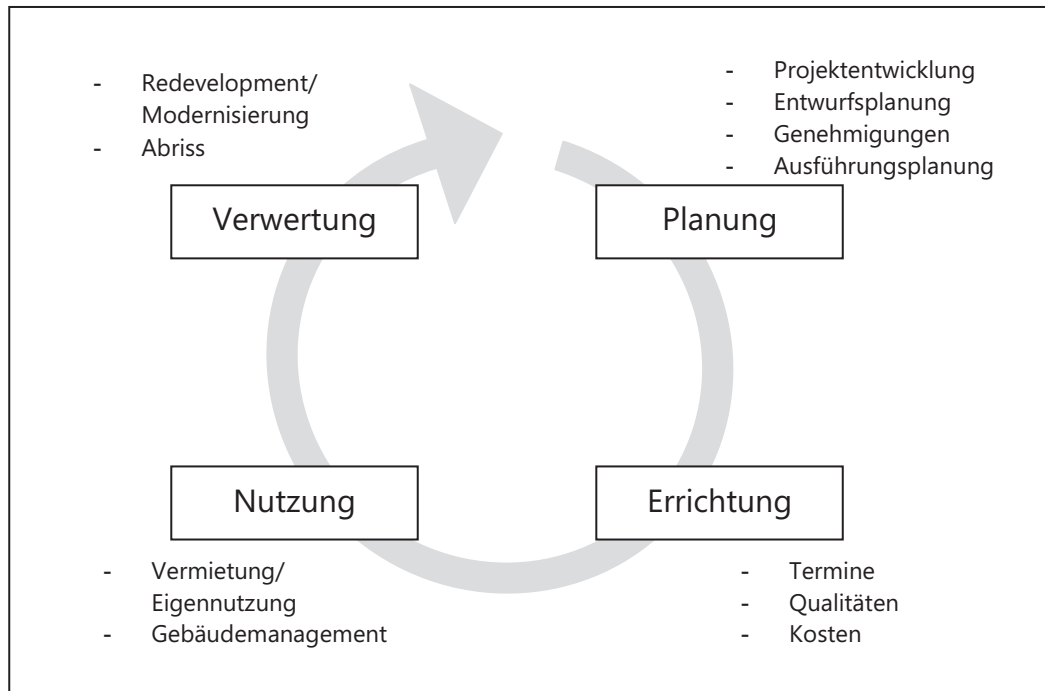


Abbildung 1 Immobilien-Lebenszyklus¹⁸

Im Folgenden werden die einzelnen Abschnitte bzw. Phasen im Lebenszyklus näher erläutert.

Planung

Die Aussage, dass der Immobilien-Lebenszyklus mit der Planung beginnt, ist nur teilweise richtig. Im Vorfeld findet zunächst eine Projektentwicklung statt. Dieser Prozess hat das Ziel, eine optimale Kombination der Faktoren Projektidee, Standort und Kapital zu finden.¹⁹ Durch umfangreiche Analysen (z. B. Markt- und Standortanalyse) und eine anschließende Projektentwicklungs-Rechnung wird deutlich, ob das Projekt realisierbar ist. Darauf aufbauend kann schließlich eine detaillierte Planung erfolgen.

Die Planungsphase stellt zeitlich gesehen im Lebenszyklus nur eine sehr kurze Phase dar. Es werden aber wesentliche Eigenschaften und Merkmale des Gebäudes festgelegt,

¹⁷ Vgl. Schulte, Immobilienökonomie, 2008, S.5-10

¹⁸ Eigene Darstellung, in Anlehnung an Wellner, Immobilienmanagement, 2006, S.23

¹⁹ Vgl. Schulte, Immobilienökonomie, 2008, S.216

die einen entscheidenden Einfluss auf den weiteren Verlauf und den Erfolg des Projektes haben.

Errichtung

Die Errichtung des Gebäudes geschieht laut Vorgabe der Planungsunterlagen. Der Bau beginnt mit der Gründung, danach wird der Rohbau errichtet und schließlich erfolgt der Innenausbau. Je nach Gebäudeart und –größe kann diese Phase mehrere Jahre andauern. Im Rahmen eines Bau-Projektmanagements findet eine ständige Überwachung und Kontrolle der Kosten, Qualitäten und Termine statt, damit die Bauphase einen erfolgreichen Abschluss findet. Ist das Gebäude schließlich fertig gestellt, wird die Abnahme des Gebäudes durchgeführt und der Übergang in die Nutzung vollzogen.

Nutzung

Die Nutzungsphase umfasst einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten in denen das Gebäude seine eigentliche Funktion als Raum für Produktion, Handel, Dienstleistung, Konsum oder Wohnen erfüllt, gleichzeitig aber auch einem ständigen Verschleiß unterliegt.²⁰ Zur Werterhaltung bzw. -steigerung sind verschiedene Wertschöpfungsmaßnahmen notwendig. Ein wirtschaftlicher Werterhalt erfolgt durch ein aktives Vermietungsmanagement, dessen Aufgabe zum einen darin besteht, die vorhandenen Mieter zu halten sowie die Mieterträge nachhaltig zu steigern und zum anderen bestehende Leerstände zu vermieten. Auch hinsichtlich der Gebäudesubstanz und der Gebäudetechnik ist ein Werterhalt durch Instandhaltungs- und Modernisierungsmaßnahmen unabdingbar, welche im Rahmen des Asset Managements und des Facility Managements überwacht und durchgeführt werden.²¹

Verwertung

Die Nutzungsphase endet, sobald das Gebäude nicht mehr marktfähig ist. Das Ende der Marktfähigkeit geht damit einher, dass keine geforderten Renditen mehr erreicht werden können, aber auch, wenn das Gebäude den geltenden Sicherheitsanforderungen nicht mehr genügt. Es erfolgen der Abriss und die fachgerechte Entsorgung der Bausubstanz sowie der technischen Anlagen. Die Verwertungsphase ist häufig bereits Bestandteil einer neuen Projektentwicklung.²² Um eine Marktfähigkeit wieder herbeizuführen, ist nicht in jedem Fall ein Abriss notwendig, das Gebäude kann auch eine Komplettsanierung gegebenenfalls mit der Zuführung einer anderen Nutzung erfahren.

²⁰ Vgl. Schulte, Immobilienökonomie, 2008, S.217

²¹ Vgl. Naber, Baunutzungskosten, 2002, S.61-64

²² Vgl. Schulte, Immobilienökonomie, 2008, S.219

2.2 Lebenszykluskosten

„Die Lebenszykluskosten einer Immobilie sind die Summe aller Kosten, die eine Immobilie im Laufe ihrer Lebensspanne von der Planung über die Herstellung und die Nutzung bis hin zur Beseitigung verursacht.“²³ Als Synonym zum Begriff Lebenszykluskosten werden auch die Ausdrücke Totalkosten, Gesamtlebensdauerkosten oder Projektgesamtkosten verwendet.²⁴ „International hat sich der Begriff **Life Cycle Costs (LCC)** etabliert.“²⁵

In der Allgemeinen Betriebswirtschaftslehre sind Kosten definiert als der wertmäßige Verzehr von Produktionsfaktoren zur Leistungserstellung und –verwertung. Die Kosten eines Produktes verstehen sich also als die Summe aller dafür getätigten Auszahlungen.²⁶ Aus Sicht der Immobilie bedeutet dies, dass sich die Lebenszykluskosten aus der Summe aller Auszahlungen der einzelnen Jahre zusammensetzen.

Da diese Auszahlungen über einen sehr langen Zeitraum anfallen, spielt der Zeitwert des Geldes eine große Rolle. Darauf aufbauend erfolgt eine Unterscheidung der Lebenszykluskosten in die Erstkosten, welche zum Zeitpunkt Null anfallen, und in die Folgekosten, die zu späteren Zeitpunkten anfallen.²⁷ Eine detaillierte Gliederung ist in Abbildung 2 dargestellt.

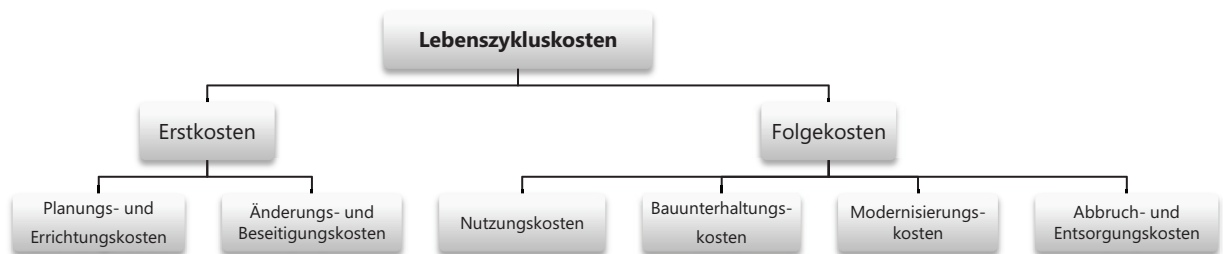


Abbildung 2 Gliederung Erstkosten und Folgekosten²⁸

²³ Vgl. Zehrer, Handbuch Facility Management, 2005., Abschnitt 2.2.4, S.3

²⁴ Vgl. Pelzeter, Lebenszykluskosten, 2006, S.32

²⁵ Vgl. Ebenda, S.33

²⁶ Vgl. Olfert, Kostenrechnung, 2005, S.38

²⁷ Vgl. Pelzeter, Lebenszykluskosten, 2006, S.52

²⁸ Eigene Darstellung, in Anlehnung an Zehrer, Handbuch Facility Management, 2004, Abschnitt 2.2.4, S.11

2.2.1 Erstkosten

Erstkosten sind diejenigen, welche zum Zeitpunkt Null gezahlt werden und in der Lebenszyklus-Betrachtung in den Phasen Planung und Errichtung anfallen.

Planungs- und Errichtungskosten

Neben den eigentlichen Errichtungskosten des Gebäudes (Gründung, Baukonstruktion, Technische Anlagen und Ausstattung) zählen hierzu die Aufwendungen der Bauwerksplanung sowie die Kosten des Grundstücks (Kaufpreis, Erschließung), der Außenanlagen und sämtliche Baunebenkosten (Finanzierungskosten, Managementkosten, Planungskosten, Gutachten und Beratungskosten). Eine umfassende Übersicht dieser Kosten bietet die DIN 276.²⁹

Änderungs- und Beseitigungskosten

Diese Kosten fallen an, um das Baugrundstück so herzurichten, sodass der eigentliche Prozess der Errichtung beginnen kann. Dazu gehören Maßnahmen zum Abriss und zur Entsorgung von Altlasten (alte Gebäudebestände, die keiner neuen Nutzung zugeführt werden). Da diese Kosten durch das ältere Bauwerk verursacht werden, gehören sie gemäß Verursacherprinzip nicht zu den Lebenszykluskosten des betrachteten Gebäudes.³⁰

2.2.2 Folgekosten

Nutzungskosten

Die Kosten der Nutzung sind in der DIN 18960 - Nutzungskosten im Hochbau bzw. der GEFMA 200 - Kostenrechnung im Facility Management detailliert dargestellt. Nutzungskosten im Sinne dieser Richtlinien verstehen sich als „sämtliche laufende Aufwendungen innerhalb der Nutzungsphase eines Gebäudes, d.h. Kosten, die regelmäßig oder unregelmäßig wiederkehren.“³¹ Diese Definition ist in beiden Normen deckungsgleich.

Im Wesentlichen lassen sich die Nutzungskosten unterteilen in Kapital-, Verwaltungs-, Betriebs- und Instandsetzungskosten. Zentraler Punkt der Betriebskosten ist die Abgrenzung von Kosten, die durch das Bauwerk verursacht werden (Wasser, Energie, Reinigung, Wartung, etc.) und Kosten, die zur Unterstützung des Kerngeschäftes, jedoch

²⁹ Vgl. Vgl. Zehrer, Handbuch Facility Management, 2004, Abschnitt 2.2.4, S.11

³⁰ Vgl. Ebenda, S.11

³¹ GEFMA 200, Kostenrechnung im Facility Management, 1996, S.2

unabhängig vom Bauwerk, erforderlich sind (Catering, Empfangs- und Botendienste, Kommunikation). Während die DIN 18960 nur bauteilbezogene Kosten betrachtet, berücksichtigt die GEFMA 200 auch die bauteilunabhängigen Kosten.

Bauunterhaltungskosten

Der Bauunterhalt umfasst alle Maßnahmen, die zur Wiederherstellung des ursprünglichen Sollzustandes der Bauwerkskonstruktion, Technischer Anlagen, Außenanlagen sowie der Einbauten bzw. Ausstattungen notwendig sind.³² Diese Maßnahmen können sowohl Sanierungen bzw. Modernisierungen sein als auch der komplette Austausch eines Bauteils. Abhängig von den Eigenschaften der Bauteile, Materialien etc. sind die Bauunterhaltungskosten regelmäßig wiederkehrende Kosten.

Modernisierungskosten

Modernisierungen im Sinne des Mietrechts sind bauliche Maßnahmen, welche den Sollzustand verbessern und den Wert des Gebäudes damit nachhaltig steigern, mit dem Ziel auch langfristig eine Mietsteigerung zu erreichen.³³

Abbruch- und Entsorgungskosten

Nach Ablauf der Lebensdauer des Gebäudes erfolgt dessen Abriss. Damit verbunden entstehen Kosten für die Beseitigung und ordnungsgemäße Entsorgung des Bauwerks, der entsprechenden Bauteile sowie der technischen Gebäudeausrüstung.

Als Ergebnis dieser einmaligen bzw. wiederkehrenden Zahlungen ergibt sich folgende Formel:

$$LCC = H + B + \sum_{i=1}^n Ni + \sum_{k=1}^m Uk + \sum_{y=1}^p My + A$$

Formel 1 Berechnung der Lebenszykluskosten³⁴

LCC	Lebenszykluskosten		
H	Planungs- und Herstellungskosten		
B	Änderungs- und Beseitigungskosten		
N	Nutzungskosten	m	Anzahl der Nutzungsphasen
U	Bauunterhaltungskosten	n	Anzahl der Bauunterhaltungsmaßnahmen
M	Modernisierungskosten	p	Anzahl der Modernisierungen
A	Abbruch- und Entsorgungskosten		

³² Vgl. GEFMA 200, Kostenrechnung im Facility Management, 1996, S.4

³³ Vgl. Zehrer, Handbuch Facility Management, 2004, Abschnitt 2.2.4, S.11

³⁴ Ebenda, Abschnitt 2.2.4, S.13

2.2.3 Abhängigkeit von Erstkosten und Folgekosten

Eine separate Betrachtung der Erst- und der Folgekosten wäre unzweckmäßig, da diese stark voneinander abhängen. Mit dem Entwurf der Baukonstruktion, der Entscheidung über Materialien und der Festlegung der technischen Gebäudeausrüstung wird die Lebensdauer des Bauwerks und der Bauteile bestimmt. Des Weiteren resultieren daraus die Wartungs- und Instandsetzungszyklen sowie sämtliche bauwerksabhängigen Nutzungskosten. Die Durchführung von Modernisierungsmaßnahmen ist nur teilweise vom Gebäude abhängig, bestimmt sich aber auch aus den nutzerspezifischen Anforderungen und aus den Einflüssen des Marktes. Einzig die Höhe der Kosten ist abhängig von der Gebäudeflexibilität.

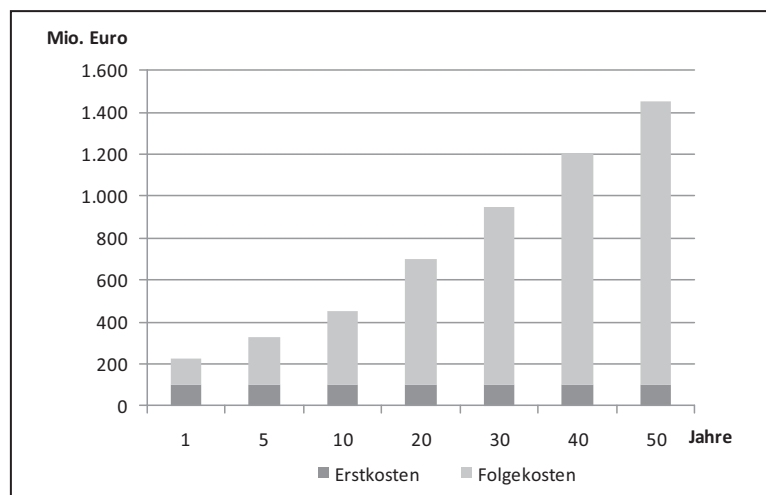


Abbildung 3 Kostenverlauf Erstkosten und Folgekosten³⁵

Abbildung 3 zeigt den Kostenverlauf einer Immobilie mit einem Bauvolumen von 100 Millionen Euro. Dieser Betrag entspricht den Erstkosten. Jährlich fallen Folgekosten in Höhe von 25 Prozent der Erstkosten an. Das heißt, dass die aufsummierten Folgekosten bereits nach vier Jahren die Höhe des Investitionsvolumens erreicht haben. Nach Ende der Nutzungsdauer, in der Abbildung nach 50 Jahren, betragen die insgesamt aufzuwendenden Folgekosten das 14-fache der Investition. Im Beispiel nicht berücksichtigt wurde die allgemeine Preissteigerungsrate, welche die Summe der Folgekosten noch weiter nach oben steigern würde. In der Abbildung wird aufgezeigt, dass zunächst kostengünstige Investitionen und Einsparungen langfristig betrachtet enorme Bewirtschaftungskosten verursachen können. Deshalb besteht die Notwendigkeit einer Lebenszykluskosten-Betrachtung.³⁶

³⁵ Eigene Darstellung in Anlehnung an Gudat, Prinzipien in der Neubauplanung, o.J., S.4

³⁶ Vgl. Schulte, Immobilienökonomie, 2008, S.348

Diese phasenübergreifende Kostenbetrachtung entspricht außerdem dem ganzheitlichen Ansatz des Facility Managements. Es verhindert eine nur einseitig betrachtete Optimierung seitens der Baukosten oder der Nutzungskosten. In der Lebenszykluskosten-Rechnung werden beide Kosten zusammengeführt mit dem Ergebnis einer ganzheitlich ökonomischen Lösung.³⁷

2.3 Lebenszykluserfolg

Eine alleinige Betrachtung der Kosten wäre nicht repräsentativ bzw. aussagekräftig. Denn neben den entstehenden Kosten lassen sich durch Investitionen auch höhere Einnahmen seitens der Mieter generieren. Die Kosten, die im Lebenszyklus anfallen, sind also im Verhältnis zum Erlös zu betrachten. Aus diesem Ansatz heraus kann auch eine Entscheidung für eine Variante mit höheren Lebenszykluskosten gerechtfertigt sein, wenn diese deutlich höhere Einnahmen erzielen lässt.

Da der Nutzen eines Gebäudes sehr komplex ist, kann der Lebenszykluserfolg nicht ohne weiteres quantitativ ausgedrückt werden. Faktoren, welche die erzielbare Miete beeinflussen, sind z. B. die Mikro- und Makrolage des Standortes, das Image des Gebäudes, die Qualität der Materialien, die räumliche Gliederung sowie die Ausstattung.³⁸

³⁷ Vgl. GEFMA 220-1, Lebenszykluskostenrechnung, 2006, S.1

³⁸ Vgl. Pelzeter, Lebenszykluskosten, 2006, S.15

3 Lebenszykluskosten - Rechnung

3.1 Ziel der Berechnung

Die Lebenszykluskosten-Rechnung ist ein Instrument für die phasenübergreifende Betrachtung der Immobilie, durch die es möglich wird, wirtschaftlich rentable Investitionsentscheidungen zu treffen.³⁹ Durch den Vergleich verschiedener Alternativen kann mithilfe der Berechnung die langfristig vorteilhafteste Ausführungsvariante ermittelt werden. Diese Varianten können auf verschiedenen Ebenen miteinander verglichen werden, z. B. auf Objekt-, Bauteil-, Anlagen- oder Detailebene.⁴⁰ Es lässt sich beispielsweise auch prüfen, ob eine höhere Investition lohnenswert ist, um dauerhaft niedrigere Folgekosten zu generieren. Der sogenannte Trade-Off-Point beschreibt dabei den Zeitpunkt, an dem sich die höheren Investitionskosten in Bezug auf die Folgekosten amortisiert haben.⁴¹

Nicht zu verwechseln ist die Berechnung der Lebenszykluskosten mit der Kostenrechnung der Allgemeinen Betriebswirtschaftslehre, denn diese hat die Aufgabe, die betrieblichen Werteinsätze zu sammeln, zu errechnen und auszuwerten. Der Zweck ist zum einen eine Kontrolle der Wirtschaftlichkeit und zum anderen die Kalkulation des Angebotspreises eines Produktes.⁴²

Durch die Berechnung der Lebenszykluskosten entsteht eine Schnittstelle zwischen Planung, Bau, Nutzung und Verwertung. Demzufolge kann durch die Wahl der im Berechnungsergebnis kosteneffektivsten Handlungsalternative eine Fehlplanung verhindert und eine ökonomisch nachhaltige Immobilie errichtet werden.⁴³

3.2 Berechnungsverfahren

In Deutschland besteht keine gesetzliche Pflicht zur Ermittlung der Lebenszykluskosten bei öffentlichen Bauvorhaben.⁴⁴ Demzufolge existiert auch keine Norm, die Regeln zur Berechnung der Lebenszykluskosten vorgibt. Lediglich die GEFMA 220-1 – Lebenszykluskostenrechnung im FM gibt Hinweise zum Vorgehen bei der Berechnung. Das Ziel einer phasenübergreifenden und damit ganzheitlichen

³⁹ Vgl. Milivojevic, Facility Management-Konzept, 2004, S.16-17

⁴⁰ Vgl. GEFMA 220-1, Lebenszykluskostenrechnung, 2006, S.1

⁴¹ Vgl. Ebenda, S.1

⁴² Vgl. o.V., Kostenrechnung, www.wirtschaftslexikon24.net, verfügbar am 09.04.2010

⁴³ Vgl. Pelzeter, Lebenszykluskosten, 2006, S.2-3, S.98

⁴⁴ Vgl. Ebenda, S.8

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung kann mit der Anwendung von Methoden der Investitionsrechnung erreicht werden. Investitionsrechnungsverfahren werden, wie in Abbildung 4 dargestellt, unterteilt in Statische, Dynamische und Moderne Verfahren.

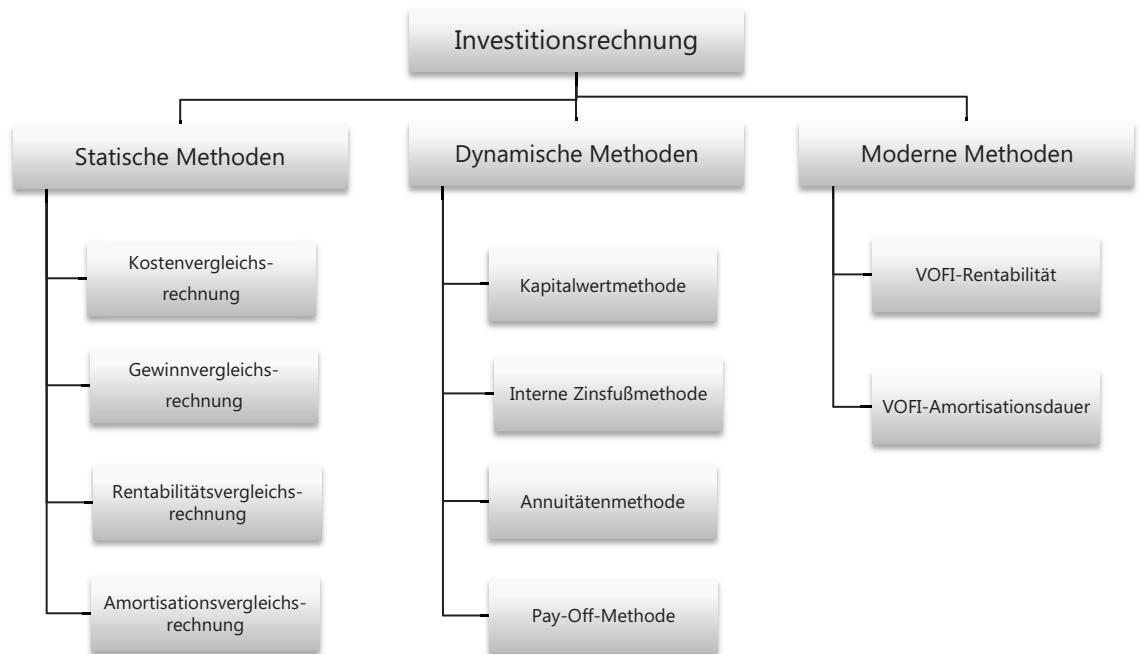


Abbildung 4 Investitionsrechnung⁴⁵

Statische Verfahren

Die Statische Investitionsrechnung ermöglicht eine einperiodische Auswertung aller Kenngrößen sowohl auf der Erlös- als auch auf der Kostenseite. Die Differenz dieser Größen ergibt dann als Ergebnis einen Gewinn bzw. Verlust. Vorteil dieser Verfahren ist, dass der Rechenaufwand und der Aufwand für die Datenbeschaffung gering sind und somit schnell ein Ergebnis herbeigeführt werden kann.⁴⁶ Die statische Rechnung unterscheidet aufgrund ihrer Einperiodigkeit allerdings keine zu verschiedenen Zeitpunkten anfallenden Zahlungsströme.

⁴⁵ Vgl. Wellner, Immobilieninvestition, 2008, S.32

⁴⁶ Vgl. Kruschwitz, Investitionsrechnung, 2003, S.43

Dynamische Verfahren

Bei den Dynamischen Verfahren hingegen werden auch zukünftige Zahlungen und der damit verbundene Zeitwert des Geldes berücksichtigt. Die Ausgaben werden dabei auf den Betrachtungszeitpunkt diskontiert, um den heutigen Zeitwert zu ermitteln. Das Ergebnis ist der sogenannte **Barwert bzw. Kapitalwert**.

Durch die Dynamische Berechnungsmethode ist es auch möglich, mehrere Alternativen miteinander zu vergleichen. Die Vorteilhafteste ist dabei jene mit dem größten Kapitalwert, sofern dieser positiv ist.⁴⁷

Moderne Verfahren

„Die modernen Verfahren basieren auf dem Ansatz des **Vollständigen Finanzplans (VoFi)**.“⁴⁸ Im Gegensatz zu den dynamischen Verfahren wird hierbei der Endwert einer Investition ermittelt. Das bedeutet, dass die Betrachtung statt auf den Investitionszeitpunkt auf den Planungshorizont bezogen wird. Besonderheit ist, dass alle in Zusammenhang mit der Investition entstehenden Zahlungen explizit abgebildet werden können. Dies können sein: Steuerzahlungen, Finanzierungszahlungen oder mögliche Wiederanlagen. Auch die den Wiederanlagen oder Zwischenfinanzierungen zu Grunde liegenden Zinssätze können variabel kalkuliert und somit tatsächlichen Gegebenheiten angepasst werden.⁴⁹

Das am besten geeignete Berechnungsverfahren ist anhand der Zielstellung zu wählen. Falls variable Kosten und Einnahmen sowie auch steuerliche Aspekte einkalkuliert werden sollen, eignet sich die Anwendung eines Vollständigen Finanzplans. Ist der Zeitwert des Geldes bei der Betrachtung relevant, jedoch nicht die Wiederverzinsung von Kapitalanlagen und die Unterscheidung von Zinssätzen, ist die Nutzung eines dynamischen Investitionsrechenverfahrens von Vorteil. Sofern alle Kosten bzw. Zahlungen gleiche Auswirkungen auf das Ergebnis erzielen sollen, ist der Zeitwert des Geldes zu ignorieren und somit der Einsatz eines statischen Verfahrens am besten geeignet.⁵⁰

⁴⁷ Vgl. Olfert, Investition, 2003, S.209 - 220

⁴⁸ Pelzeter, Lebenszykluskosten, 2006, S.116

⁴⁹ Vgl. Schulte, Immobilienökonomie, 2008, S.653

⁵⁰ Vgl. Pelzeter, Lebenszykluskosten, 2006, S.116-117

3.3 Berechnungskennzahlen

Kennzahlen zur Berechnung der Lebenszykluskosten sind für die unterschiedlichen Phasen nicht gleichermaßen vorhanden bzw. aufbereitet. In Anbetracht der Zielstellung der Berechnung ist zunächst der Detaillierungsgrad der Eingangsdaten zu definieren.

Um eine vollständige Berechnung durchführen zu können, werden folgende Daten benötigt:

- Lebenszykluskosten
 - Erstkosten
 - Investitionskosten zuzüglich aller Nebenkosten der Anschaffung
 - Folgekosten
 - Betriebskosten für jedes Jahr des Betrachtungszeitraums (Energiekosten, Reinigung, Wartung)
 - Kosten der Instandsetzung/ Erneuerung nach Ablauf der Lebensdauer
 - Verwertungskosten am Ende des Betrachtungszeitraums bzw. Restwert (Erlös)
- Betrachtungszeitraum
- Kalkulationszinssatz
- Wirtschaftliche Lebensdauer des Bauteils⁵¹

Erstkosten

Zu den Erstkosten gehören neben den Planungskosten die Aufwendungen für die Errichtung des Bauwerkes. Die Höhe dieser Kosten kann zum Beispiel mithilfe des BKI kalkuliert werden. BKI steht für Baukosteninformationszentrum Deutscher Architekten. Diese jährlich aktualisierte Publikation zum Thema Baukosten orientiert sich an der Kostengliederung der DIN 276 und verfügt über statistisch erhobene Kostenkennwerte, gegliedert nach Gebäudetypen und Region.⁵²

Auch Folgekosten, bei denen die gleiche Leistung wie für die Erstinvestition erbracht wird (z. B. Ersatzbeschaffung eines Bauteils im Rahmen des Bauunterhalts), können mit dem BKI prognostiziert werden, zusätzlich ist dabei eine Preissteigerungsrate zu berücksichtigen.

⁵¹ Vgl. GEFMA 220-1, Lebenszykluskostenrechnung, 2006, S.B1

⁵² Vgl. o.V., BKI-Datenbank, www.BKI.de, verfügbar am 26.02.2010

Folgekosten

Kennzahlen für Nutzungs- und Betriebskosten sind leider schlechter aufbereitet. Aufgrund des fehlenden Normenbezuges ist eine Vergleichbarkeit nicht gegeben. Wünschenswert ist die Erarbeitung eines zum BKI analogen Kennzahlensystems für die Kosten aus Betrieb und Nutzung.⁵³ Eine Möglichkeit der Nutzungskosten-Prognose ist die Verwendung von Benchmarks. **Benchmarking** ist die Ermittlung und der Vergleich von Verhältniszahlen bei den Nutzungskosten von Gebäuden verschiedener Art, Größe und Beschaffenheit sowie unterschiedlichen Gebäudealters.⁵⁴ Dabei werden sowohl Plan- als auch Ist-Daten verglichen, wobei eine Abweichung zum geplanten Budget weitere Maßnahmen zur Folge hat. Benchmarking wird sowohl unternehmensintern als auch unternehmensübergreifend durchgeführt. Die Ergebnisse werden anschließend ausgewertet und nach verschiedenen Kriterien geclustert. Aussagekräftige Ergebnisse können allerdings nur durch die Erstellung und Pflege einer umfangreichen Datenbank erzielt werden.⁵⁵ Durch die damit geschaffene Transparenz ist es möglich, zukünftige Kennzahlen und Kosten relativ genau zu prognostizieren, indem auf vorhandene vergleichbare Daten aus dem Benchmark-Pool zurückgegriffen wird.

Betrachtungszeitraum

Betrachtet wird die gesamte wirtschaftliche Lebensdauer des Gebäudes, von der Planung bis zur Verwertung. Im Gegensatz zu anderen Wirtschaftsgütern umfasst die Lebensdauer des Bauwerks einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten. Mit Beginn der Nutzungsphase können dabei Erträge aus Mieteinnahmen generiert werden. Je höher diese sind, desto kürzer kann die Lebensdauer des Gebäudes sein.⁵⁶ Der Betrachtungszeitraum ist somit vom Immobilientyp abhängig. Der Markt für Spezialimmobilien wie einem Erlebnisbad oder einem Multiplex-Kino ist beispielsweise relativ kurzlebig. Darüber hinaus ist eine Drittverwendungsmöglichkeit dieser Immobilienart kaum gegeben. Daraus resultierend ist deren wirtschaftliche Lebensdauer oft sehr kurz und deutlich geringer als die technische Lebensdauer.⁵⁷ Ein Einfamilienhaus hingegen hat eine viel höhere Dauer der Nutzbarkeit. Tabelle 1 gibt durchschnittliche Werte aus der Wertermittlungsrichtlinie (WertR) für die Gesamtnutzungsdauer verschiedener Immobilienarten wieder.

⁵³ Vgl. Pelzeter, Lebenszykluskosten auf dem Weg zum Benchmark, 2009, S.35-36

⁵⁴ Vgl. GEFMA 300, Benchmarking im Facility Management, 1996, S.2

⁵⁵ Vgl. Schneider, Facility Management, 2004, S.89

⁵⁶ Vgl. Schmoll, Immobilienwirtschaft, 2007, S.221

⁵⁷ Vgl. Dietrich, Entwicklung werthaltiger Immobilien, 2005, S.187

Tabelle 1 Nutzungsdauer von Immobilien⁵⁸

Art der Immobilie	Nutzungsdauer in Jahren ⁵⁹
Einfamilienhäuser	60 – 100
Wohn- und Geschäftshäuser	60 – 80
Verwaltungs- und Bürogebäude	50 – 80
Schulen	50 – 80
Sport- und Freizeitgebäude	30 – 60
Einkaufsmärkte	30 – 80
Kauf- und Warenhäuser	40 – 60
Industrie- und Lagergebäude, Werkstätten	40 – 60

Kalkulationszinssatz

Das Problem der Bewertung von Zahlungsströmen, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallen, kann mithilfe der dynamischen Investitionsrechnung, insbesondere der Kapitalwert-Methode, gelöst werden.⁶⁰ Der Kalkulationszinssatz ist ein Wert, mit dessen Hilfe man alle Zahlungen auf einen Betrachtungszeitpunkt abzinsen kann. Gleichzeitig beschreibt er diejenige Verzinsung, welche die Erwartungen des Investors im Hinblick auf die zu erzielende Mindestverzinsung des eingesetzten Kapitals erfüllt.⁶¹ Die im Folgenden kalkulierte Verzinsung beträgt 2 Prozent. Diese ergibt sich aus einer angenommenen Verzinsung des Geldes am Kapitalmarkt von 3,5 Prozent abzüglich einer Inflationsrate von 1,5 Prozent.⁶²

Wirtschaftliche Lebensdauer des Bauteils

Auch die Lebensdauer eines Bauteils, welche durch die Intensität der Nutzung beeinflusst wird, ist nur begrenzt und oft kürzer als die des gesamten Gebäudes. Am Ende der Bauteil-Lebensdauer erfolgen dessen Entsorgung und schließlich eine Ersatzbeschaffung, wodurch Folgekosten entstehen. Die Lebensdauer von Bauteilen kann durch regelmäßige Wartungen und Instandhaltungsmaßnahmen verlängert werden.

⁵⁸ Vgl. WertR, i.d.F. v. 01.03.2006, Anlage 4, S.78

⁵⁹ Voraussetzung für das Erreichen dieser Nutzungsdauern ist die regelmäßige Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen. Vgl. WertR, idF. v. 01.03.2006, Anlage 4, S.78

⁶⁰ Vgl. Lutz, Lebenszykluskosten von Fußbodenbelägen, 2010, S.20

⁶¹ Vgl. o.V., Kalkulationszinssatz, www.wirtschaftslexikon24.net, verfügbar am 11.04.2010

⁶² Vgl. Lutz, Lebenszykluskosten von Fußbodenbelägen, 2010, S.20

3.4 Prognoseunsicherheit

Da sich die Lebenszyklusbetrachtung über mehrere Jahrzehnte erstreckt, ist von einer zunehmenden Ungenauigkeit zukünftiger Werte auszugehen. Unsicherheitsfaktoren sind zum Beispiel die Abweichung der Lebensdauer vom kalkulierten Wert, sich ändernde Anforderungen der Nutzer, oder auch der technische Fortschritt. In Anbetracht dessen ist das Ergebnis der Lebenszykluskosten-Rechnung keineswegs als Budgetplanung zu verwenden, sondern soll lediglich die Vorteilhaftigkeit einer Handlungsalternative verdeutlichen.⁶³

⁶³ Vgl. GEFMA 220-1, Lebenszykluskostenrechnung, 2006, S.5

4 Beeinflussbarkeit von Lebenszykluskosten

Abbildung 5 stellt den Kostenverlauf eines Immobilienprojekts über seine gesamte Lebensdauer dar. Ein geringer Anstieg der Kostenverlaufskurve erfolgt bereits in der Planungsphase. Den steilsten Anstieg verzeichnet die Kurve allerdings in der Phase der Errichtung, in der durch den Bau des Gebäudes innerhalb eines kurzen Zeitraums sehr hohe Kosten entstehen. Der Kostenanstieg in der Nutzungsphase ist wiederum flacher, übersteigt jedoch in der Summe die Errichtungskosten um ein Vielfaches.

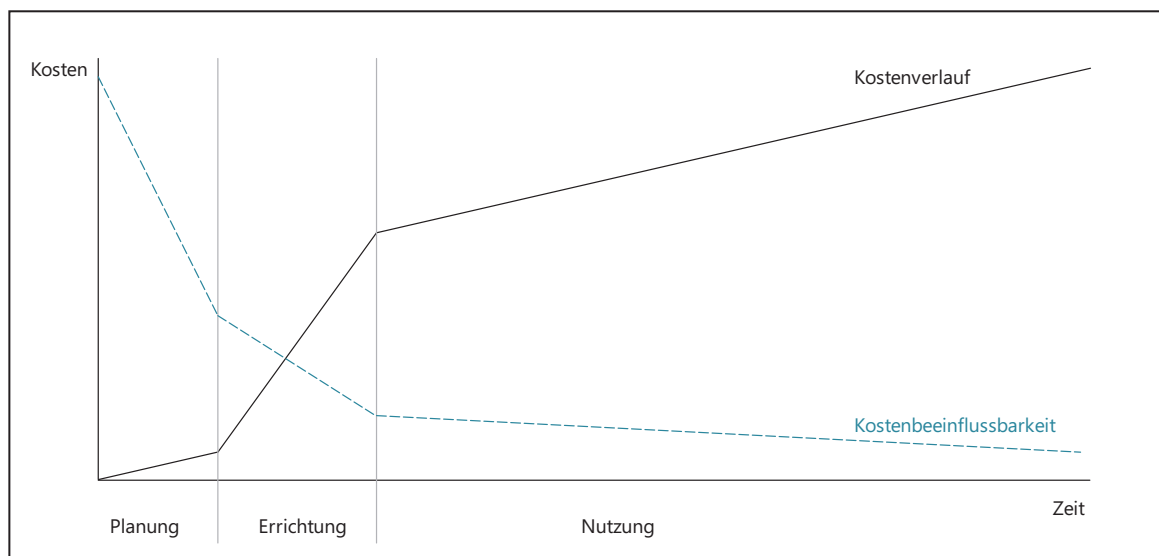


Abbildung 5 Kostenbeeinflussbarkeit im Lebenszyklus eines Gebäudes⁶⁴

Die zweite Kurve verdeutlicht die Kostenbeeinflussbarkeit. Zu erkennen ist, dass diese entgegengesetzt zum Kostenverlauf tendenziell sinkend verläuft. Während die Beeinflussbarkeit in der Planungsphase sehr hoch ist, nimmt sie während der Errichtung bereits stark ab, in der Nutzungsphase sind die Kosten kaum noch beeinflussbar.

Die Möglichkeiten der Einflussnahme auf den Kostenverlauf werden folgend genauer erläutert.

⁶⁴ Vgl. Schneider, Facility Management, 2004, S.74

4.1 Beeinflussbarkeit in der Planungsphase

Mit Beginn der Projektentwicklung und während der kompletten Planungsphase ist bereits eine Vielzahl von Personen und Institutionen, welche die unterschiedlichsten Interessen verfolgen, am Projektverlauf beteiligt. Finanzielle Entscheidungen obliegen zwar dem Bauherrn bzw. Eigentümer des Gebäudes, sind aber dennoch durch Entscheidungen der anderen Akteure beeinflussbar. Die Phase der Planung untergliedert sich in mehrere Teilabschnitte. Die HOAI unterscheidet im Wesentlichen zwischen der Vor-, Entwurfs-, Genehmigungs- und schließlich der Ausführungsplanung, welche sich bereits bis in die Realisierung des Bauvorhabens hineinzieht.⁶⁵ Mit fortschreitender Planung werden Details des Bauwerks immer genauer beschrieben und festgelegt. Die Ausführungsplanung beinhaltet schließlich alle Informationen zum Grundriss des Gebäudes, der auszuführenden Bauteile, der Materialien, dem Tragwerk, der technischen Gebäudeausrüstung und vieles mehr. Diese Entscheidungen werden von den Fachplanern (Architekten, Ingenieure, Tragwerksplaner), von den Behörden (Hochbauamt, Umweltamt, etc.) und den Finanzierungsinstituten maßgebend beeinflusst und schließlich vom Bauherrn konsolidiert.⁶⁶ Bereits in der Planungsphase und während der kompletten Bauphase werden die Gewerke, welche zur Errichtung erforderlich sind, als Einzel- oder als Gesamtvergabe ausgeschrieben. Der wirtschaftlichste Anbieter erhält schließlich den Zuschlag für die definierten Leistungen. In Verbindung damit werden die Kosten des Bauwerks maßgebend festgesetzt.

Aber auch die Folgekosten, welche durch die Nutzung des Gebäudes entstehen, werden durch die Bauwerksplanung gesteuert und zu etwa 80 Prozent bereits durch Planungsentscheidungen festgelegt.⁶⁷ Die Gebäudestruktur, mit der die Bauhöhe, Grundmaße, Raster und Flächenaufteilungen definiert werden, hat die größte Wirkung auf die Folgekosten. In Zusammenhang mit der Struktur des Bauwerks werden Nutzungsmerkmale wie der Flächennutzungsgrad, die Anzahl der Arbeitsplätze, die Flächenflexibilität und die bautechnische Anpassungsfähigkeit beeinflusst, durch die unmittelbar Betriebskosten verursacht werden. Auch direkt aus den gebäudetechnischen Anlagen resultieren Verbrauchskosten wie Energiekosten oder Wartungs- und Instandhaltungskosten. Möglichkeiten der Kostenbeeinflussung ergeben sich auch bei der

⁶⁵ Vgl. HOAI, i.d.F. v. 30.04.2009, §3, Abs. IV

⁶⁶ Vgl. Naber, Baunutzungskosten, 2002, S.53-54

⁶⁷ Vgl. Schneider, Facility Management, 2004, S.263

Wahl der Innenausstattung. Das Mobiliar beispielsweise verursacht Reinigungskosten und hat Auswirkungen auf die Kosten von eventuellen Umzügen.⁶⁸

4.2 Beeinflussbarkeit in der Nutzungsphase

Nach der Fertigstellung des Gebäudes beginnt die Phase der Nutzung. Ab diesem Zeitpunkt fallen Kosten der Gebäudebewirtschaftung an. Diese gliedern sich gemäß GEFMA 200 in: Übergeordnete Leistungen (Management- und EDV-Kosten), Technisches Gebäudemanagement, Infrastrukturelles Gebäudemanagement und Kaufmännisches Gebäudemanagement. Aufgabe des Facility- bzw. Gebäudemanagements ist es, für die Dauer der Nutzung diese Leistungen, welche für den Kernbetrieb der Nutzer notwendig sind, hinsichtlich Qualität, Wertschöpfung und auch Kosten effektiver und effizienter zu gestalten.⁶⁹

Da nicht alle Kosten bereits in der Planung festgelegt werden, lassen sich einige auch erfolgreich in der Nutzungsphase steuern und beeinflussen. Das Potential liegt dabei in den durch das Gebäude verursachten Betriebskosten und in den vom Gebäude unabhängigen Kosten. Die wichtigsten Betriebskosten sind Energiekosten, Reinigungskosten, Wärmekosten, Wasser- und Abwasserkosten, Brandschutz- und Sicherheitskosten sowie Entsorgungskosten. Zu den gebäudeunabhängigen Nutzungskosten zählen Aufwendungen für Speisenverpflegung, Büro- und Kommunikationsdienste sowie Logistikdienste.⁷⁰ Da letztere komplett von der Gebäudestruktur unabhängig sind, sind diese in der Nutzungsphase sehr stark beeinflussbar. Die Betriebskosten hingegen sind nur innerhalb eines vorhandenen Toleranzbereichs veränderbar.

Durch eine qualitativ hochwertige und transparente Gebäudebewirtschaftung besteht also ein hohes Potential zur Optimierung der Folgekosten, eine Beeinflussbarkeit der Kosten ist also auch in der Nutzungsphase gegeben. Im Gegensatz zur jener in der Planungsphase ist jedoch der Toleranzbereich, in dem sich die Kostenbeeinflussbarkeit bewegt, wesentlich kleiner.

⁶⁸ Vgl. Schneider, Facility Management, 2004, S.260-273

⁶⁹ Vgl. Balck, Life Cycle Management, 2004, S.2

⁷⁰ Vgl. Schneider, Facility Management, 2004, S.273

4.3 Darstellung der Beeinflussbarkeit in der Lebenszykluskosten-Rechnung

Das Ergebnis der Lebenszykluskosten-Rechnung ist eine Kennzahl, welche die Summe aller Aufwendungen, sowohl die der Erst- als auch die der Folgekosten, über die gesamte Lebensdauer des Gebäudes repräsentiert. Durch die Ermittlung dieser Kennzahl können also auch verschiedene Planungsvarianten miteinander verglichen werden. Dabei ist die Variante mit der geringsten Summe der Lebenszykluskosten die Vorteilhafteste, die mit den höchsten Lebenszykluskosten hingegen die Ungünstigste. Die Differenz dieser beiden Varianten ist der Toleranzbereich, in der die Kosten variabel sind. Die Beeinflussbarkeit kann man sowohl absolut als auch prozentual darstellen. Formel 2 beschreibt die Berechnung beider Varianten.

$$\Delta B_{absolut} = LCC WorstCase - LCC BestCase$$
$$\Delta B_{prozentual} = \frac{LCC WorstCase - LCC BestCase}{LCC BestCase} \times 100$$

Formel 2 Berechnung der Beeinflussbarkeit

B Beeinflussbarkeit

LCC Life Cycle Costs

5 Das Bauteil Fußboden – Aufbau, Kosten und Gestaltung

Als Fußboden wird ein Bauteil des Gebäudes bezeichnet, welches aus mehreren Schichten besteht. Die Gesamtheit dieser Schichten signifiziert den Fußbodenaufbau. Bautechnisch hat der Fußboden zahlreiche Anforderungen an die Bauphysik, die Statik, den Schall- und Wärmeschutz, etc. zu erfüllen. Weiterhin sind nutzungsspezifische Aspekte wie beispielsweise ästhetische Merkmale oder eine erforderliche Rutschfestigkeitsklasse in der Planung zu berücksichtigen.

Der Fußboden verursacht im Lebenszyklus der Immobilie sowohl Erst- als auch Folgekosten. Die Erstkosten des Fußbodens, welche im Rahmen der Bauwerkserrichtung entstehen, entsprechen in der Regel nur einem kleinen Teil der Gesamtbaukosten des Gebäudes. Allerdings wird durch den Fußboden eine große Menge an Folgekosten verursacht. Zum Beispiel fallen in der Nutzungsphase jährlich allein Kosten für die Reinigung des Fußbodens in Höhe von bis zu zwei bis drei Prozent⁷¹ der Gesamtinvestitionskosten an. Zudem haben einige Fußbodenbeläge nur eine kurze Lebensdauer, sodass der Bodenbelag und gegebenenfalls der dazugehörige Untergrund im Laufe der Nutzungsphase mehrmalig ersetzt werden müssen, wodurch erneut Kosten entstehen. Mit Beendigung der Nutzungsphase des Gebäudes erfolgt im Rahmen der Bauwerksverwertung auch die Entsorgung des Fußbodens.

5.1 Fußbodenaufbau

Der Fußboden eines Gebäudes gliedert sich in mehrere Schichten: der Konstruktion, dem Unterboden und dem Bodenbelag.⁷²

5.1.1 Konstruktion und Unterboden

Voraussetzung für das Verlegen des Bodenbelags ist ein entsprechend vorbereiteter Untergrund. Dabei muss das statische Konzept der Wahl des Bodens angepasst werden, vor allem beim Verbau von besonders schweren Steinböden.⁷³ Auf die tragende Konstruktion erfolgt dann das Aufbringen einer Dämmschicht, welche Anforderungen an den Wärmeschutz erfüllt. „Die Aufgabe der [darauf befindlichen] Trennschicht besteht darin, dem [dann folgenden] Estrich selbst bei Temperaturschwankungen ein

⁷¹ Vgl. Gudat, Prinzipien der Neubauplanung, o.J., S.5

⁷² Vgl. Schmidt, Bodenbeläge, www.wohnatelier.de, verfügbar am 06.03.2010

⁷³ Vgl. Ebenda, verfügbar am 06.03.2010

ungehindertes Gleiten auf der Trennschicht zu ermöglichen.“⁷⁴. Schließlich folgt dann die Estrichschicht, die, abhängig vom Bodenbelag, als schwimmender Estrich oder als Verbundestrich ausgeführt werden kann.

Da der eben beschriebene Unterboden und die Konstruktion wenig Entscheidungsspielraum für verschiedene Ausführungsvarianten zulassen, sind die entsprechenden Kosten in der Planungsphase nur sehr gering beeinflussbar. Zudem werden auch keine bzw. sehr wenige Folgekosten durch den Unterboden verursacht, da, abgesehen von der Entsorgung am Ende der Nutzungsphase, alle Kosten für Reinigung und Bauunterhalt dem Bodenbelag zuzuordnen sind. Aus diesem Grund werden die Lebenszykluskosten des Unterbodens nicht in der Lebenszykluskosten-Rechnung des Fußbodens berücksichtigt.

5.1.2 Bodenbelag

Der Bodenbelag ist der sichtbare Teil des Fußbodens. Bodenbeläge gibt es am Markt in sehr vielen verschiedenen Varianten unterschiedlichster Hersteller. Die Auswahl des Bodenbelags ist von vielen Faktoren abhängig, zum einen von allgemeinen Anforderungen wie Begehsicherheit, Widerstand gegen Abnutzung, Ästhetik, lange Nutzbarkeit, leichte Pflege und angemessener Preis und zum anderen von besonderen Anforderungen wie Schutz vor Feuchtigkeit, Beständigkeit gegenüber Chemikalien, Trittschalldämmung, Fußwärme, Formbeständigkeit etc.⁷⁵ Da kein Belag all diesen Anforderungen gerecht wird, sind bei der Entscheidung Kompromisse einzugehen.

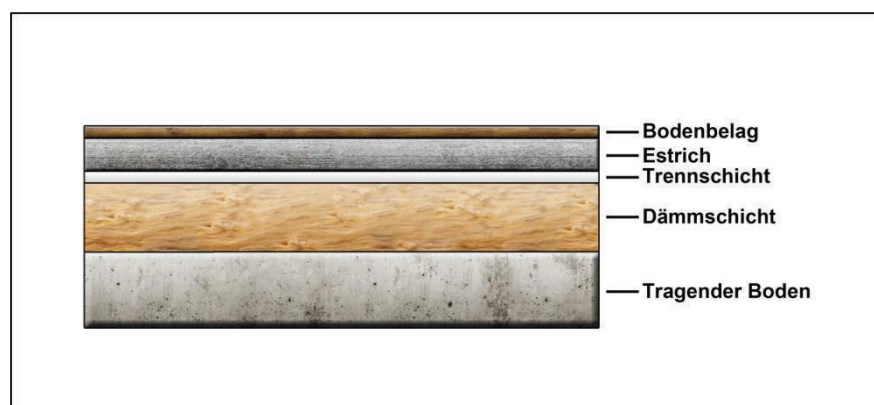


Abbildung 6 Fußbodenaufbau⁷⁶

⁷⁴ Vgl. o.V., Estrich, www.hausbautipps24.de, verfügbar am 18.04.2010

⁷⁵ Vgl. Lutz, Handbuch Facility Management, 1996, S.1

⁷⁶ Eigene Darstellung, in Anlehnung an: o.V., Estrich, www.fliesenlegermeister-napoli.de, verfügbar am 02.04.2010

Die gängigste Unterscheidung der Beläge ist die Einteilung nach ihrer Oberflächenbeschaffenheit. Dabei werden die Bodenbeläge gegliedert in Textil-, Hart- und Elastische Beläge (vergleiche Abbildung 7). Man kann sie aber auch nach ihrer Schichtung in einschichtig und zweischichtig oder nach der Einbauart in Dielen, Platten, Bahnen oder fugenlos unterscheiden.⁷⁷

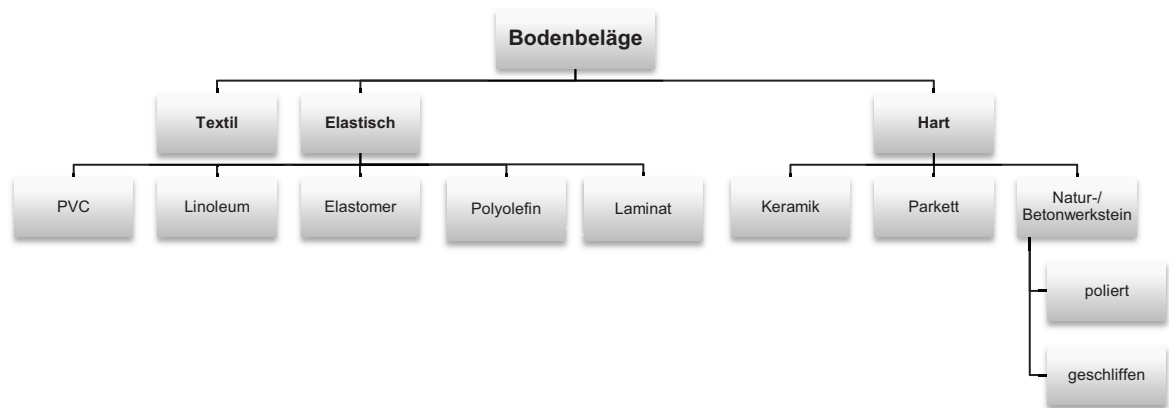


Abbildung 7 Übersicht Bodenbelagsarten

5.1.2.1 Textilbeläge

Laut Angaben des Statistischen Bundesamtes aus dem Jahr 1995 werden 60 Prozent der Bodenbeläge in Objekten als textile Beläge ausgeführt.⁷⁸ Grund dafür ist die besondere Strapazierfähigkeit, der hohe Wohlfühlfaktor und vor allem niedrige Erstkosten. Unterscheiden kann man die Textilböden nach ihrem Herstellungsverfahren in die Kategorien gewebt, gewirkt, gestrickt, getuftet, geklebt, beflockt und Nadelvlies, wobei das Ausgangsmaterial Wolle, Synthetikfaser oder Pflanzenfaser sein kann.⁷⁹

Die tägliche Unterhaltsreinigung von Textilbelägen umfasst die Beseitigung von Schmutz mittels Staub- bzw. Bürstensauger und gegebenenfalls eine Fleckentfernung. Textilböden sind nicht in allen Fällen leicht zu reinigen. Aus der Belagsstruktur eines Nadelvlies' lassen sich Flecken zum Beispiel nur sehr aufwendig entfernen und hinterlassen oft bleibende Abdrücke.⁸⁰ Um den ursprünglichen Zustand des Textilbelages wiederherzustellen, ist in Abhängigkeit von der Frequentierung alle zwei, vier bzw. sechs Jahre eine Grundreinigung durchzuführen, bei der der Belag auch von tief sitzendem Schmutz befreit wird.⁸¹

⁷⁷ Vgl. Lutz, Handbuch Facility Management, 1996, Abschnitt III 3.5.1, S.2

⁷⁸ Vgl. Ebenda, Abschnitt III 3.5.1, S.2

⁷⁹ Vgl. Schmidt, www.wohnatelier.de, verfügbar am 06.03.2010

⁸⁰ Vgl. Lutz, Handbuch Facility Management, 1996, Abschnitt III 3.5.1, S.3

⁸¹ Vgl. Lutz, Lebenszykluskosten von Fußbodenbelägen, 2010, S.13

Neben den notwendigen Aufwendungen für Grundreinigungen ist bei Textilbelägen zu beachten, dass aufgrund einer nutzungsbedingt stark veränderten Oberflächenbeschaffenheit etwa alle 10 Jahre (vergleiche Tabelle 4) eine Neubeschaffung des Bodenbelags erfolgen muss.

5.1.2.2 Elastische Beläge

PVC (Polyvinylchlorid), Linoleum, Elastomer, Polyolefin und Laminat zählen zu den elastischen Bodenbelägen. Die Oberfläche elastischer Beläge ist glatt, geschlossen und kaum strukturiert, wodurch diese sehr strapazierfähig und pflegeleicht sind.⁸² Die Reinigung umfasst lediglich das Abkehren des Schmutzes, bei starker Verschmutzung ein Nasswischen.⁸³

PVC, Linoleum, Elastomer und Polyolefin

In der Lebenszyklusbetrachtung sind sich bezüglich ihrer Kennzahlen die Bodenbeläge PVC, Linoleum und Elastomer sehr ähnlich. Eine Unterscheidung ist hinsichtlich des Materials notwendig. PVC steht aufgrund seiner Chlorhaltigkeit, verbunden mit einer problematischen sowie kostenintensiven Entsorgung oft in der Umweltdiskussion.⁸⁴ Dennoch ist seine Beliebtheit, dicht gefolgt von der der textilen Beläge, mit 24 Prozent Anteil an verlegten Bodenbelägen sehr hoch.⁸⁵ Linoleum hingegen ist die umweltfreundliche Alternative zum PVC-Belag, denn dieser setzt sich zusammen aus getrockneten Ölen, Harzen, Kork, mineralischen Füllstoffen und Pigmenten.⁸⁶ Eine weitere Alternative sind die Elastomerbeläge, eher bekannt als Gummi- bzw. Kautschuk. Diese werden, unter Zugabe verschiedener anderer Stoffe, aus Natur- oder synthetischem Kautschuk hergestellt.⁸⁷ Polyolefin ist noch nicht lange auf dem Markt und ebenfalls ein chlorfreies Produkt. Jedoch weist dieser Bodenbelag im Gegensatz zu den eben genannten einige Nachteile auf: er ist nicht kratzresistent und sehr empfindlich gegenüber Sonneneinstrahlung.⁸⁸

PVC, Linoleum, Elastomer und Polyolefin sind beschichtete Beläge, bei denen eine Grundreinigung erforderlich ist. Zwei unterschiedliche Methoden kommen dafür infrage. Die herkömmliche Methode zur Grundreinigung beschichteter Beläge ist ein Nassverfahren. Dabei wird ein mit Wasser verdünnter Grundreiniger auf den Belag aufgetragen, welcher eine Zeitlang einwirken müssen. Der Schmutz wird dadurch leichter

⁸² Vgl. Hampe, Gebäudeplanung und Reinigungskosten, 1979, S.12

⁸³ Vgl. o.V., Elastische Bodenbeläge, www.bodenbelaege-aro.de, verfügbar am 06.03.2010

⁸⁴ Vgl. o.V., Polyvinylchlorid, www.ceresana.com, verfügbar am 06.03.2010

⁸⁵ Vgl. Lutz, Handbuch Facility Management, 1996, Abschnitt III 3.5.1, S.2

⁸⁶ Vgl. Hampe, Gebäudeplanung und Reinigungskosten, 1979, S.58

⁸⁷ Vgl. Ebenda, S.58

⁸⁸ Vgl. Amersdorfer, Polyolefin-Beläge, o.J., S.2

abgelöst und kann schließlich mechanisch entfernt werden. Anschließend erfolgt eine neue Einpflege. Diese Grundreinigung ist jährlich durchzuführen und kostet etwa zwei Euro pro Quadratmeter. Eine Alternative dazu ist die sogenannte Trockene Pflegefilmsanierung. Dabei wird ein trockener Pflegefilm auf die tatsächlich verschmutzten Stellen aufgetragen. Die beschädigte Schicht wird anschließend mit einer Maschine abgeschliffen. Daraufhin kann eine Neubeschichtung aufgebracht werden. Die Pflegefilmsanierung hat den Vorteil, dass die Grundreinigung und Neueinpflege nur alle fünf Jahre erforderlich ist. Die Quadratmeterkosten belaufen sich ebenfalls auf etwa zwei Euro.^{89 90} Die durchgeführte Lebenszykluskosten-Rechnung erfolgt auf Grundlage der Trocken-Pflegesanierung.

Auch diese elastischen Beläge haben nur eine begrenzte Lebensdauer. Nach etwa 20 bis 40 Jahren haben sie das Nutzungsende erreicht und müssen ersetzt werden.

Laminat

Laminatboden ist die preiswerte Alternative zum Parkett, hinzu kommt eine besondere Widerstandsfähigkeit, Strapazierfähigkeit und eine leichte Pflege. Weitere Qualitätsmerkmale sind eine Fleckenunempfindlichkeit, Eignung für Fußbodenheizung und Stuhlrollenfestigkeit. Laminatboden ist allerdings besonders vor Nässe zu schützen und bedarf nur einer nebelfeuchten Pflege, „wichtig ist eine Kantenimprägnierung, die ein Eindringen von Oberflächenfeuchte in das Material verhindert. Auch Beschädigungen lassen sich nicht abschleifen, sondern müssen mit einem speziellen Spachtel behoben werden.“⁹¹

Bei sachgerechter Reinigung und Pflege kann Laminat eine Lebensdauer von 10 bis 20 Jahren erreichen. (vergleiche Tabelle 4) Diese ist im Vergleich zu den anderen elastischen Belägen kürzer. Der Vorteil dieses Bodenbelags ist allerdings, dass aufgrund seiner Oberflächenhärte die hartnäckigen Verschmutzungen vollständig im Rahmen der täglichen Unterhaltsreinigung entfernt werden können und es keiner Grundreinigung bedarf.

⁸⁹ Vgl. Reiner, Linoleum, www.bodenleger-berlin.de, verfügbar am 28.03.2010

⁹⁰ Vgl. Lutz, Lebenszykluskosten von Bodenbelägen, 2010, S.14-15

⁹¹ Schmidt, www.wohnatelier.de, verfügbar am 06.03.2010

5.1.2.3 Hartbeläge

Keramik

Keramische Bodenbeläge, welche aus einem Gemisch aus Quarz, Kaolin, Feldspat und Ton hergestellt werden, bieten zahlreiche Gestaltungsmöglichkeiten. Die Fliesen nehmen nur sehr wenig Wasser auf und können somit schnell von Schmutz befreit werden. Die Belastbarkeit von glasierten Fliesen wurde in Beanspruchungsgruppen gegliedert, wobei die Belastbarkeitsgruppe Eins nur eine geringe Beanspruchung verträgt und nicht für öffentliche Bereiche eingesetzt werden kann, die Gruppe Vier hingegen einer sehr großen Beanspruchung, zum Beispiel der einer Eingangshalle standhalten kann.⁹²

Mit der Voraussetzung, dass für den jeweiligen Nutzungsbereich eine keramische Oberfläche mit entsprechender Belastbarkeitsgruppe gewählt wurde, ist ein Austausch dieses Bodenbelags während der Lebensdauer eines Gebäudes nicht erforderlich. Auch eine Grundreinigung ist bei keramischen Oberflächen nicht notwendig.

Parkett

Aufgrund ihrer warmen, attraktiven Oberfläche, dem angenehmen Raumklima und der damit verbundenen Steigerung der Raumqualität sind Parkettböden sehr beliebt.⁹³ Der Parkettboden hat eine Lebensdauer von über 50 Jahren. Es bedarf allerdings neben der turnusmäßigen Reinigung alle 9 bis 15 Jahre einer zusätzlichen Sanierung des Parketts durch Abschleifen und Neuversiegeln bzw. durch eine Ölimprägnierung der Oberfläche.⁹⁴

Steinbeläge

Natur- bzw. Betonwerksteine unterliegen zwar auch dem Verschleiß, ihre Lebensdauer entspricht allerdings mindestens der des gesamten Gebäudes. Sie sind sehr abriebfest und es bedarf auch keiner Grundreinigung. Problematisch bei versiegelten bzw. polierten Oberflächen wie Marmor oder Granit ist, dass eine rutschhemmende Wirkung nicht immer garantiert werden kann. Außerdem wird durch die Abnutzung dieser Beschichtung nach etwa 10 bis 20 Jahren eine Aufarbeitung der Oberfläche in Form einer Steinkristallisation⁹⁵ erforderlich.

⁹² Vgl. Schmidt, www.wohnatelier.de, verfügbar am 06.03.2010

⁹³ Vgl. Ebenda, verfügbar am 06.03.2010

⁹⁴ Vgl. Lutz, Lebenszykluskosten von Fußbodenbelägen, 2010, S.10

⁹⁵ Steinkristallisation ist eine chemische Reaktion, bei der mikroskopisch kleinste Kristallteilchen mit dem im Stein enthaltenen Calciumcarbonat reagieren mit dem Ergebnis der Wiederherstellung der Oberflächenhärte. Vgl. Steinkristallisation, www.property.de, verfügbar am 20.04.2010

5.2 Lebenszyklus des Fußbodens

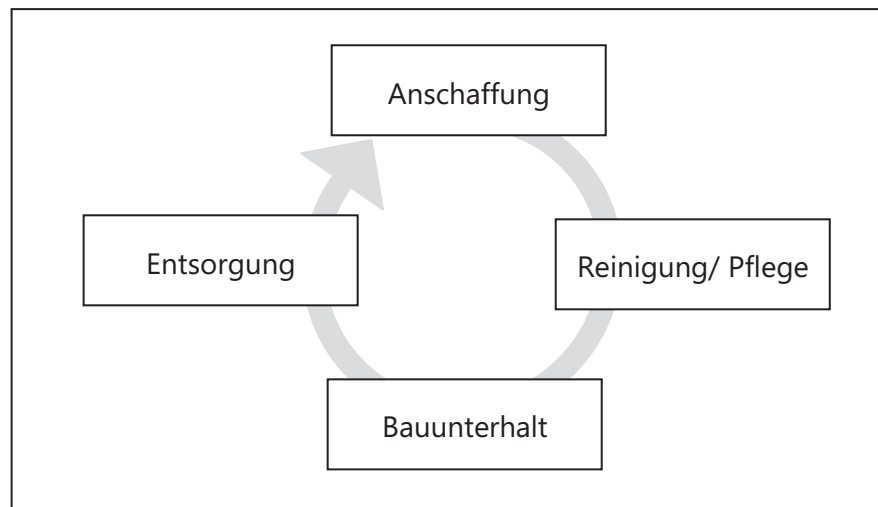


Abbildung 8 Fußboden-Lebenszyklus⁹⁶

Der Lebenszyklus des Fußbodens ordnet sich in den der Immobilie ein. Beginnend mit der **Planung** werden durch die Grundmaße des Gebäudes bereits Flächengröße und –schnitt des Fußbodens festgelegt. Des Weiteren wird in der Planungsphase auch über die Ausführungen des Fußbodenaufbaus und dem darauf befindlichen Bodenbelag entschieden.

Im Zuge der **Errichtung** des Gebäudes erfolgt das Vorbereiten des Bodenuntergrunds (Tragende Konstruktion, Dämmung, Estricharbeiten) im Rahmen der Rohbauarbeiten. Anschließend wird der Bodenbelag verlegt. Nach einer abschließenden Bauendreinigung ist der Fußboden nutzbar.

In der **Nutzung** ist der Fußboden hohen Belastungen ausgesetzt. Reinigungsarbeiten und Instandhaltungsmaßnahmen dienen dem Erhalt und der Wiederherstellung eines gebrauchsfähigen Zustands.

Ist es nicht möglich, diesen Zustand wiederherzustellen, hat der Fußboden das Ende seiner Lebensdauer erreicht und es erfolgt die **Entsorgung**. Da aber die Verwertung den meisten Belägen nicht gleich dem Ende der Immobilien-Nutzungsdauer entspricht (vergleiche dazu Abschnitt 5.3.5 Technische Lebensdauer des Fußbodens) erfolgt der Einbau eines neuen Belags und der Zyklus beginnt von vorn. Erst im Rahmen der Verwertung des Gebäudes wird auch der Fußboden endgültig entsorgt.

⁹⁶ Lutz, Lebenszykluskosten von Fußbodenbelägen, 2010, S.0

5.3 Lebenszykluskosten des Fußbodens

Um Aussagen über die Beeinflussbarkeit der Lebenszykluskosten des Fußbodens treffen zu können, muss zunächst definiert werden, welche Kosten relevant und somit in die Betrachtung mit einzubeziehen sind, wodurch sie gesteuert werden und worauf sie Einfluss haben.

5.3.1 Erstkosten

5.3.1.1 Planungskosten

Planungskosten entfallen auf die Leistungen für Architekten und Ingenieure. Deren gesetzlich vorgeschriebenes Honorar richtet sich nach der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) und ist abhängig von den anrechenbaren Kosten des Objekts, dem Leistungsbild und der Honorarzone.⁹⁷ Die Kosten der Planungsleistungen sind nicht explizit der Planung des Fußbodens zuzuordnen und werden deshalb nicht in der Lebenszykluskosten-Rechnung berücksichtigt.

5.3.1.2 Errichtungskosten

Im Zuge der Bauwerkserrichtung entfallen auf den Fußboden Kosten der Erstbeschaffung. Diese kalkulieren sind unter anderem aus den Lieferkosten, den Materialkosten, den Kosten für den Einbau bzw. das Verlegen, Personalkosten und weitere. Ermittelt werden können diese Kosten anhand eines Vergleiches mit Richtpreisen, auf Grundlage von Baukostendatenbanken oder durch gezielte Anfragen an ausführende Firmen.

Wie im Abschnitt 5.1.1 festgestellt wurde, sind abhängig vom Belag verschiedene Ausführungen des Untergrunds erforderlich. Die Kosten der Vorbereitung des Untergrunds sind jedoch nicht wesentlich zu beeinflussen und lassen sich nicht explizit einem Bodenbelag zuordnen. Aus diesen Gründen werden diese Kosten im Folgenden nicht weiter berücksichtigt.

5.3.1.3 Bauendreinigung

Im Zuge des Übergangs des Gebäudes in die Nutzung wird eine einmalige Bauendreinigung fällig, bei der alle Fußböden von angefallenem Bauschmutz und –staub befreit werden, damit eine Nutzbarkeit herbeigeführt werden kann. Die Bauendreinigung stellt wie die Errichtungskosten eine einmalig anfallende Kostenposition dar. Da diese aber ein viel geringeres Volumen hat und für alle Belagsarten etwa gleich hoch ist, ist sie

⁹⁷ Vgl. HOAI, idF v. 30.04.2009, §6, §32

für die Lebenszyklus-Betrachtung nicht bedeutsam, zudem auch wenig beeinflussbar und wird in der weiteren Betrachtung nicht berücksichtigt.

5.3.2 Folgekosten

5.3.2.1 Reinigungskosten

Ziel der Reinigung ist die vollständige Schmutzentfernung verbunden mit einer Verbesserung der Optik, der Gewährleistung der Funktionsfähigkeit, der Aufrechterhaltung der Hygiene (Schutz vor Keimen) und einer Verbesserung der Gebrauchseigenschaften.⁹⁸

GEFMA 200 - Kostenrechnung im Facility Management	DIN 18960 - Nutzungskosten im Hochbau
420 Reinigungsdienste	320 Reinigung und Pflege
421 Bauendreinigung	321 Fassaden, Dächer
422 Glasreinigung	322 Fußböden
423 Fassadenreinigung	323 Wände, Decken
424 Unterhaltsreinigung	324 Türen, Fenster
425 Grundreinigung nach Umzügen	325 Abwasser-, Wasser-, Gas-, Wärmeversorgungs- und lufttechnische Anlagen
427 Verkehrsflächen/Winterdienst	326 Starkstrom-, Fernmelde-, IT-Anlagen, Gebäudeautomation
429 Grünflächen/Pflanzen	327 Ausstattung, Einbauten
	328 Geländeflächen, befestigte Flächen
	329 Reinigung und Pflege, sonstiges

Abbildung 9 Reinigung nach GEFMA 200 und DIN 18960⁹⁹

Abbildung 9 zeigt die Einordnung von Reinigungsleistungen in aktuellen Richtlinien. Wo die Gliederung der GEFMA 200 sich an Abrechnungen klassischer Dienstleistungserbringer (in dem Falle Gebäudereiniger) orientiert¹⁰⁰, nimmt hingegen die DIN 18960 Bezug zur DIN 276 und der damit verbundenen Unterteilung in die baulichen Anlagen. Die gesuchten Reinigungskosten lassen sich einordnen in die Unterhaltsreinigung nach GEFMA 200 (Kostengruppe 424), bzw. die Reinigung von Fußböden nach DIN 18960 (Kostengruppe 322).

Reinigungsleistungen können als Eigenleistung oder als Fremdleistung realisiert werden. Vorteile der Fremdvergabe sind die höhere Qualität der Ausführung, die günstigere Wirtschaftlichkeit, modernere Reinigungstechniken und personelle Vorteile (Verlagerung von Personalproblemen in Krankheits- und Urlaubsfällen auf den Dienstleister). Der Vergabe von Reinigungsleistungen geht in der Regel eine Ausschreibung voraus, die sich an den Regelungen der VOB (Verdingungsordnung für Bauleistungen) und der VOL

⁹⁸ Vgl. Lutz, Handbuch Facility Management, 1996, Abschnitt IV-4.1, S.1

⁹⁹ Eigene Darstellung, in Anlehnung an GEFMA 200, Kostenrechnung im Facility Management, 1996; S.5; DIN 18960, Nutzungskosten im Hochbau, 1999, S.4

¹⁰⁰ Vgl. GEFMA 200, Kostenrechnung im Facility Management, 1996, S.3

(Verdingungsordnung für Leistungen) orientiert. Die Ausschreibung umfasst neben allgemeinen Informationen zum Objekt Angaben zu den zu reinigenden Räumen, insbesondere die Anordnung der Fläche, die Flächengröße, der Bodenbelag, die Reinigungshäufigkeit und durchzuführende Reinigungstätigkeiten. Auf Grundlage dieses Leistungsverzeichnisses kalkuliert der Dienstleister die erforderliche Anzahl von Arbeitsstunden zur Durchführung der beschriebenen Maßnahmen. Verbunden mit dem Stundenverrechnungssatz des Gebäudereinigers ergibt sich schließlich der Preis für die Reinigungsleistungen pro Reinigungsvorgang.¹⁰¹

$$\text{Reinigungskosten} = \sum_i \frac{\text{Fläche}_i [\text{m}^2]}{\text{Flächenleistung}_i \left[\frac{\text{m}^2}{\text{h}} \right]} \times \text{Stundenverrechnungssatz}_i \left[\frac{\text{€}}{\text{h}} \right]$$

Formel 3 Berechnung der Reinigungskosten

Das Ergebnis dieser Berechnung, multipliziert mit der jährlichen Anzahl der durchzuführenden Reinigungen, ergibt schließlich die jährlichen Reinigungskosten.

Die Kosten für die Reinigung beinhalten den Personal- als auch den Sachkostenaufwand. Die Höhe der Kosten resultiert vor allem aus der Flächenleistung und dem Reinigungsintervall. Diese wiederum sind, wie Abbildung 10 verdeutlicht, von anderen Faktoren abhängig.

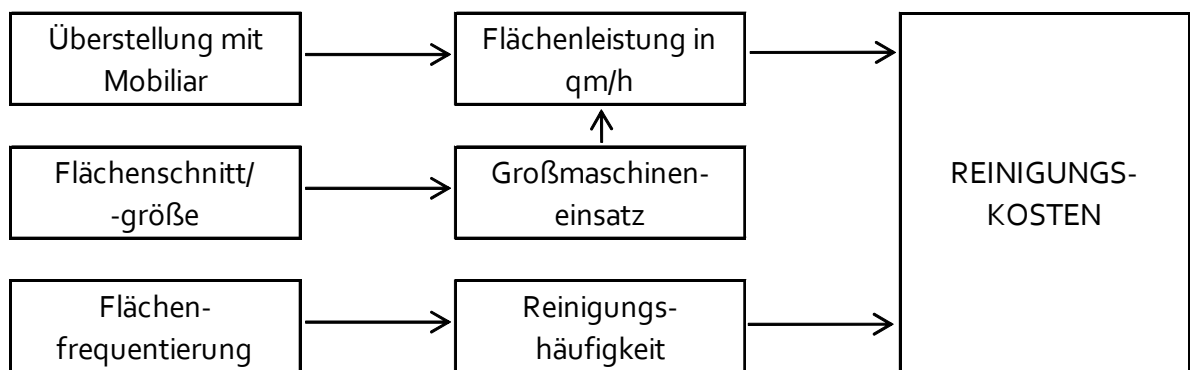


Abbildung 10 Einflussfaktoren der Reinigungskosten

Im Folgenden wird nun auf die einzelnen Faktoren eingegangen und beschrieben, wie diese ermittelt und bewertet werden können.

¹⁰¹ Vgl. Lutz, Handbuch Facility Management, 1996, Abschnitt IV-4.2.1.2, S.1-3

Flächenschnitt und -größe

Die Größe einer Fläche wird durch die Vorgaben des Raum- und Flächenprogramms im Rahmen der Planung bestimmt. Die Größe und der Zuschnitt der Fläche haben insofern Einfluss auf die Reinigungskosten, als dass sie über die Möglichkeit eines Maschineneinsatzes zur Reinigung entscheiden.¹⁰² Eine Großmaschine zur Reinigung versteht sich im Übrigen als ein teilautomatisiertes Reinigungsgerät, mit dem der Reinigungsvorgang wesentlich schneller durchgeführt werden kann. Ein zur Reinigung verwendeter Handstaubsauger ist demnach keiner Großmaschinenreinigung zuzuordnen. Der Einsatz solch eines Großgerätes führt zu einer Verdoppelung der Reinigungsleistung.¹⁰³ Große zusammenhängende Flächen können in einer wesentlich kürzeren Zeit gereinigt werden als Kleingliedrige. So können in Empfangshallen bis zu 600 Quadratmeter, in Flurbereichen etwa 300 bis 500 Quadratmeter und in Büroräumen 190 bis 250 Quadratmeter pro Stunde erreicht werden. (vergleiche Tabelle 2)

Überstellung mit Mobiliar

Aus einer hohen Überstellung einer Fläche mit Mobiliar resultiert ein höherer Zeitaufwand zur Reinigung. Im Gegenzug dazu kann eine Fläche, welche frei von Möbeln ist, in einer wesentlich kürzeren Zeit gereinigt werden. Die Überstellung mit Mobiliar hat also Einfluss auf die Flächenleistung.

Flächenleistung

Die Flächenleistung ist, wie eben beschrieben, von einem Großmaschineneinsatz und von der Überstellung mit Mobiliar abhängig. Zur Kalkulation der Flächenleistung pro Stunde sind in der Literatur verschiedene Ansätze zu finden. Einige betrachten die Reinigungsleistung in Abhängigkeit des Reinigungsverfahrens, andere hingegen sehen eine Differenzierung zwischen verschiedenen Reinigungsverfahren nicht vor. Grundsätzlich ist eine Unterscheidung zwischen Reinigungsverfahren nicht zweckmäßig, denn die Flächenleistung wird kaum von Art der Reinigung beeinflusst, vielmehr jedoch von einem Großmaschineneinsatz.¹⁰⁴ Anhang 1 diskutiert die Vor- und Nachteile sowie die Anwendbarkeit verschiedener Kalkulationen.

Aus dem Ergebnis dieser Diskussion resultierend finden die realistischen Leistungsvorgaben nach Neumann/Henning weitere Anwendung. Die Autoren geben Bandbreiten für „realistische Angaben“ von Leistungskennzahlen aus Angeboten von

¹⁰² Vgl. Naber, Baunutzungskosten, 2002, S.146

¹⁰³ Vgl. Rausch, Arcadis Facility Management GmbH, Telefonat vom 04.03.2010

¹⁰⁴ Vgl. Rausch, Arcadis Facility Management GmbH, E-Mail vom 17.02.2010

Gebäudereinigungsdienstleistern an. „Diese Kennzahlen bewegen sich im Bereich zwischen 50 Quadratmeter pro Stunde (für Toiletten) und 1.200 Quadratmeter pro Stunde (für Sport- und Mehrzweckhallen). Es werden dabei acht Raumgruppen unterschieden. Eine Differenzierung nach dem Reinigungsverfahren ist nicht vorgesehen.“¹⁰⁵. Da die Angaben nur Bandbreiten beinhalten, hat der Autor diese dem Grad der Überstellung mit Mobiliar zugeordnet. Die untere Kennzahl entspricht dabei einer hohen Überstellung, die Obere hingegen einem geringen Überstellungsgrad. Des Weiteren wurde die Spalte „Großmaschineneinsatz“ zur Tabelle 2 hinzugefügt. Diese stellt die doppelte Flächenleistung einer Unterhaltsreinigung ohne Großgeräte bei gleichzeitig geringem Überstellungsgrad dar.

Tabelle 2 Flächenleistung¹⁰⁶

in qm/h	Überstellung mit Mobiliar			Großmaschineneinsatz (geringe Überstellung)
	hoch	mittel	gering	
WC Räume	50	70	90	180
Büro- und Verwaltungsräume	190	220	250	500
Flure	300	400	500	1000
Treppenhäuser	200	250	300	600
Empfangshallen	-	-	600	1200

Flächenfrequentierung

Die Frequentierung einer Fläche ist ein Ausdruck für die Anzahl von Personen, welche die Fläche täglich betreten. Man kann die Frequentierung quantitativ ausdrücken, z. B. 300 Personen pro Tag bewegen sich auf der Fläche, oder man trifft eine qualitative Aussage, z. B. die Fläche ist gering, mittel oder hoch frequentiert. Folgend wird von der qualitativen Betrachtung ausgegangen. Die Frequentierung steht in der Regel in Zusammenhang mit der Nutzungs- und Funktionsgruppe eines Raumes. Während Eingangshallen bzw. öffentliche Bereiche hoch frequentiert sind, kann man bei Archiv- und Kellerräumen auf eine niedrige Frequentierung schließen. Aus dieser resultieren der Grad der Verschmutzung und somit auch das Reinigungsintervall. Bei öffentlichen Bereichen wie beispielsweise einem Ausstellungsraum bestehen besonders hohe Ansprüche an die Sauberkeit der Flächen bei gleichzeitig hoher Frequentierung verbunden mit einem großen Schmutzeintrag. Daraus folgend ist gegebenenfalls sogar eine mehrfach tägliche Reinigung der Fläche erforderlich, um den Qualitätsstandard des Fußbodenbelags zu erhalten bzw. wiederherzustellen.

¹⁰⁵ o.V., Personelle Struktur in der Reinigung, www.hauswirtschaft.loel.hs-anhalt.de, verfügbar am 13.03.2010

¹⁰⁶ Vgl. Neumann, Outsourcing, 1999, S.70

Neben den Auswirkungen auf den Reinigungssturnus beeinflusst die Frequentierung auch die Haltbarkeit bzw. Lebensdauer eines Bodenbelags. (vergleiche dazu Tabelle 4) Eine starke Belastung des Bodenbelags führt zu einer Verkürzung der Lebensdauer, sodass der Belag schon früher entsorgt bzw. ausgetauscht werden muss.

Stundenverrechnungssatz

Der Stundenlohn ist ein interner Wert des Gebäudereinigers. In Tabelle 3 wurde ein Stundenlohn anhand von Daten der Gebäudereinigerinnung Chemnitz/Dresden und einer Kalkulationsgrundlage zur Unterhaltsreinigung des Bundesinnungsverbands des Gebäudereiniger-Handwerks (vergleiche Anhang 2) erstellt. Das Ergebnis von 14,39 Euro deckt alle Selbstkosten des Unternehmens ab. Hinzu kommen nun noch ein Aufschlag für Wagnis und ein Gewinnzuschlag. Diese Werte sind jedoch individuell und werden von den Dienstleistern nicht veröffentlicht. Da allerdings der Wert unabhängig von der Art des Bodenbelags kalkuliert wird und somit keine Auswirkungen auf das Ergebnis haben wird, kann in der folgenden Betrachtung der Stundenverrechnungssatz von 14,39 Euro pro Stunde angenommen werden.

Tabelle 3 Stundenverrechnungssatz

Kostenposition	% am Produktiven Stundenlohn	Kosten pro Stunde
Produktiver Stundenlohn Lohngruppe 1 (Unterhaltsreinigungsarbeiten)	100%	6,58 €¹⁰⁷
Lohngebundene Kosten	67,89%	4,47 €
Sozialversicherungsbeiträge, AG-Anteil	34,96%	2,30 €
Soziallöhne (Urlaubsentgelt, Krankheitsfälle)	32,93%	2,17 €
Sonstige auftragsbezogene Kosten (Aufsichtslohn, Fahrtkosten, Material, Maschineneinsatz)	11,50%	0,76 €
Unternehmensbezogene Kosten (Gehälter, Fuhrpark, Verwaltung, Steuern)	39,22%	2,58 €
Summe (Selbstkosten ohne Wagnis und Gewinn)	281,61 %	14,39 €

5.3.2.2 Bauunterhaltungskosten

Bauunterhaltungskosten sind diejenigen, welche zur Bewahrung und Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands und zur Wahrung der Gebrauchsfähigkeit anfallen. Ursachen dafür sind Mängel und Schäden, die auf Alters- und Abnutzungserscheinungen zurückzuführen sind. Die notwendigen Leistungen umfassen die Instandhaltung, den

¹⁰⁷ Gebäudereinigerinnung Chemnitz/Dresden, Mindestlohtarifvertrag vom 01.01.2009

Aufwand der Wiederbeschaffung des Bodenbelags, die Entsorgung des alten Belags und die Untergrundvorbereitung zur Verlegung des neuen Belags.¹⁰⁸ Die Häufigkeit dieser Maßnahmen ist abhängig von der Oberflächenbeschaffenheit und –härte sowie der Beanspruchung des Bodenbelags.¹⁰⁹ Die Kosten für die Neuanschaffung kann man auch als Folgeinvestition bezeichnen. Der Zeitpunkt, an dem diese Aufwendungen fällig werden, ist mit Ablauf der technischen Lebensdauer des Bodenbelags erreicht. Durch eine allgemeine Preissteigerungsrate kann nach mehreren Nutzungsjahren allerdings nicht mehr dasselbe Preisniveau wie bei den Erstinvestitionskosten angenommen werden. Deshalb wird für die Folgeinvestition der Wert der Erstinvestition zuzüglich der geltenden Preissteigerungsrate, auch als Verbraucherpreisindex bekannt, kalkuliert.¹¹⁰

Der Begriff Instandhaltung untergliedert sich in Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung.¹¹¹ Ein Fußbodenbelag ist kein wartungs- bzw. inspektionspflichtiges Bauteil. Eine Verbesserung ist nicht den Bauunterhaltskosten zuzuordnen. Demnach umfasst die Instandhaltung des Fußbodens im Rahmen des Bauunterhalts nur Maßnahmen der Instandsetzung, welche eine Ausbesserung, Neulackierung, Neuversiegelung oder ähnliches sein können.

5.3.3 Endkosten

Die Endkosten sind generell den Folgekosten zugeordnet. Da sie aber nur einmalig und zwar am Ende der Lebensdauer eines Gebäudes anfallen, werden sie hier gesondert erwähnt. Nach Ablauf der Lebensspanne des gesamten Gebäudes erfolgt mit dessen Abriss auch die Entsorgung des Fußbodens. Neben der Verwertung des Bodenbelags, die auch schon im Rahmen der Bauunterhaltsleistungen notwendig werden, wird auch der komplette Fußbodenunterbau entsorgt, wodurch entsprechende Kosten verursacht werden. Diese können jedoch nicht explizit dem Fußboden zugeordnet werden und sind damit nicht in der Lebenszykluskosten-Rechnung berücksichtigt.

5.3.4 Betrachtungszeitraum

Betrachtet wird die gesamte Lebensdauer der Immobilie von der Planung bis zur Verwertung, wobei das Gebäude das Ende seiner Lebensdauer erreicht hat, wenn der Ablauf der Betriebsvorgänge des Kerngeschäfts durch die baulichen Gegebenheiten nicht mehr gewährleistet werden kann.¹¹² Die wirtschaftliche Lebensdauer ist abhängig vom

¹⁰⁸ Vgl. Lutz, Handbuch Facility Management, 1996, Abschnitt III-3.5.2, S.2

¹⁰⁹ Vgl. Rausch, Arcadis Facility Management GmbH, E-Mail vom 19.02.2010

¹¹⁰ Vgl. Naber, Baunutzungskosten, 2002, S.156-162

¹¹¹ Vgl. DIN 31051, Grundlagen der Instandhaltung, 2003, S.2

¹¹² Vgl. Zehrer, Handbuch Facility Management, 2004, Abschnitt 2.2.4, S.3

Gebäudetyp. Ein Bürogebäude hat das Ende seiner Lebensdauer nach etwa 50 Jahren erreicht. (vergleiche Tabelle 1)

5.3.5 Technische Lebensdauer des Fußbodens

Die Technische Lebensdauer ist die Zeit, „in der ein Bodenbelag unter Anwendung der notwendigen und üblichen Wartungs- Reinigungs-, Pflege- und Bauunterhaltskosten seinen Funktionen und seinem bestimmungsmäßigen Gebrauch voll genügen kann.“¹¹³.

Die Lebensdauer des Bodenbelags ist abhängig von der Belagsart, der Frequentierung und einer sachgemäßen Reinigung. Da die fachgerechte Reinigung vorausgesetzt wird, werden in der Berechnung nur die Faktoren Belagsart und Frequentierung unterschieden, eine Übersicht dieser Abhängigkeit ist in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4 Technische Lebensdauer von Bodenbelägen¹¹⁴

Bodenbelag/Frequentierung	hoch	mittel	gering
Textilbelag	7 Jahre	10 Jahre	15 Jahre
Elastischer Belag			
PVC	20 Jahre	30 Jahre	40 Jahre
Linoleum	20 Jahre	30 Jahre	40 Jahre
Elastomer	20 Jahre	30 Jahre	40 Jahre
Laminat	10 Jahre	15 Jahre	20 Jahre
Polyolefin	15 Jahre	20 Jahre	25 Jahre
Hartbelag			
Keramik	50 Jahre		
Parkett	10 Jahre	15 Jahre	20 Jahre
Naturwerkstein poliert (Marmor)	10 Jahre	15 Jahre	20 Jahre
Steinkristallisation	10 Jahre	15 Jahre	20 Jahre
Naturwerkstein geschliffen	50 Jahre		
Betonwerkstein poliert	50 Jahre		
Steinkristallisation	10 Jahre	15 Jahre	20 Jahre
Betonwerkstein geschliffen	50 Jahre		

¹¹³ Lutz, Handbuch Facility Management, 1996, Abschnitt III-3.5.2, S.3

¹¹⁴ Ebenda, S.4-5

5.4 Einfluss und Beeinflussbarkeit

Viele bauwerks- und nutzungsspezifische Faktoren beeinflussen die Lebenszykluskosten des Fußbodens. Ziel dieser Arbeit ist es, die Beeinflussbarkeit der Lebenszykluskosten in der Planungsphase zu berechnen und deren Spannweite zu ermitteln. Die Kennwerte und Einflüsse, die in unmittelbarem Zusammenhang mit den Kosten stehen, sind aber nur bedingt beeinflussbar. Große Auswirkungen auf die Nutzungskosten, speziell die der Reinigung, hat zum Beispiel Flächenschnitt und –größe, da durch Möglichkeit eines Großmaschineneinsatzes die Flächenleistung verdoppelt wird und die Reinigungskosten somit um 50 Prozent verringert werden können. Beeinflussbar ist dieser Parameter jedoch nicht, da durch Vorgaben des Raumprogramms, brandschutzrechtliche Vorschriften etc. die Flächengröße und sowie weitestgehend der Schnitt bereits vorgegeben ist und somit wenig Spielraum zugelassen wird. Ein weiterer Faktor ist der Grad der Überstellung mit Mobiliar, welcher die Flächenleistung beeinflusst. Aber auch dieser ist nicht veränderbar. Die Frequentierung der Flächen, aus der die Häufigkeit der täglichen Unterhaltsreinigung und der Turnus von Grundreinigungen und Bauunterhaltungsleistungen resultiert, ist ebenfalls nicht variierbar.

Viele Faktoren haben also einen großen Einfluss auf den Verlauf und die Höhe der Kosten, diese sind aber meist festgelegt und durch Planungsänderungen nicht veränderbar und somit nicht beeinflussbar. Eine Beeinflussbarkeit kann also, wie Abbildung 11 zeigt, nur durch verschiedene Arten des Bodenbelags begründet sein.

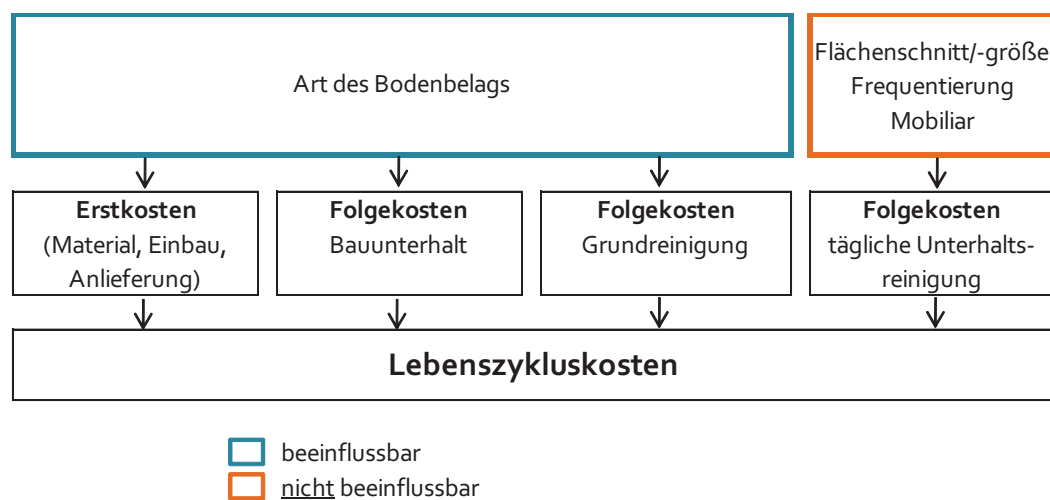


Abbildung 11 Einflussfaktoren der Lebenszykluskosten

6 Lebenszykluskosten - Rechnung am Beispiel des Fußbodenbelags

6.1 Vorstellung des Projekts

Das vorliegende, fiktive Objekt ist eine Büroimmobilie mit einer Brutto-Grundfläche von 3.750 Quadratmeter verteilt auf fünf Etagen. Die Immobilie kann man, entsprechend ihrer Nutzung in unterschiedliche Bereiche unterteilt werden. Zum Hauptnutzungsbereich, in dem die geschäftlichen Kernprozesse stattfinden, zählen die Büroräume, Besprechungs- und Konferenzräume sowie der Empfang. Dieser Bereich ist gekennzeichnet von einer mittleren Frequentierung, einer 30-prozentigen Überstellung der Fläche mit Mobiliar und einem besonders hohen Anspruch an die Ästhetik der Fußbodenoberfläche aufgrund repräsentativer Hintergründe. Der Servicebereich umfasst Räume, die für das Kerngeschäft erforderlich sind. Diese sind wenig frequentiert mit Ausnahme der Kantine (mittlere Frequentierung) und haben keine speziellen Anforderungen an die Oberflächenästhetik. Der dritte Bereich ist die Verkehrsfläche, welche den Kernnutzungsbereich und den Servicebereich miteinander verbindet. Diese Fläche ist nicht mit Mobiliar überstellt, wodurch ein Großmaschineneinsatz zur Reinigung möglich ist. Zudem ist die Fläche hoch frequentiert, was zum einen eine tägliche Reinigung erfordert und zum anderen zu einer Verkürzung der Lebensdauer des Bodenbelags führt. Die Grundrisse und das Raumprogramm des Beispielobjektes sind in den Anhängen 3 und 4 hinterlegt.

6.2 Kennzahlen

Für das Lebenszykluskosten-Modell werden, wie bereits in Kapitel 3.3 beschreiben, verschiedene Daten zur Berechnung notwendig. Diese konkreten Zahlenwerte wurden teilweise bereits in den vorangegangenen Kapiteln erläutert. Die zu Grunde liegenden Kostenkennwerte für die Beschaffung, den Bauunterhalt und die Grundreinigung wurden dem vom Forschungs- und Prüfinstitut für Facility Management GmbH erstellten Forschungsbericht „Lebenszykluskosten von Bodenbelägen“ aus dem Jahr 2010 entnommen. Dieser bildet vor allem Kostenwerte für die Anschaffung und die Ersatzbeschaffung von textilen und nichttextilen Bodenbelägen ab, welche auf umfangreichen Recherchen und Analysen beruhen. Die Ergebnisse des Forschungsberichtes sind im Anhang 6 dargestellt.

Weiterhin wurden im Vorfeld der Lebenszykluskosten-Rechnung die vom Bodenbelag weitestgehend unabhängigen Reinigungskosten anhand der gegebenen Kennwerte wie Frequentierung, Überstellungsgrad mit Mobiliar und Großmaschineneinsatz unter Verwendung des Raumprogramms kalkuliert. Im Anhang 5 sind die jeweiligen Ergebnisse zu finden.

6.3 Das Lebenszykluskosten-Modell

Das erarbeitete Modell resultiert aus den in vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Grundlagen. Unter Berücksichtigung aller Einflussfaktoren wurden für das Beispielprojekt die Erstkosten (Beschaffung) und die Folgekosten (Reinigungskosten, Bauunterhaltungskosten) ermittelt. Die Büroimmobilie wurde nach Vorgaben der Wertermittlungsrichtlinie (vgl. Kapitel 3.3, Tabelle 1) über einen Zeitraum von 50 Jahren betrachtet. Das Modell wurde für verschiedene Ausführungsvarianten des Bodenbelags aufgestellt. Außerdem wurde nach verschiedenen Bereichen des Gebäudes unterschieden. Die zugehörigen Berechnungen sind im Anhang 7 hinterlegt. Da alle Auszahlungen verschiedener Zeitpunkte gleiche Auswirkungen auf das Ergebnis erzielen sollen, wurde zunächst eine statische Lebenszykluskostenrechnung durchgeführt. Anschließend wurde auch noch eine dynamische Berechnung vollzogen.

Grundlage zur Berechnung der Lebenszykluskosten bilden die in Kapitel 3 erarbeiteten Formeln und Kennzahlen. Besonderheit ist dabei, dass die Analyse der Kosten nicht dazu dient, eine Entscheidung zu treffen, ob die Investition vorteilhaft ist oder nicht, sondern, da ein Einbau des Bodens zwingend Voraussetzung zur Realisierung des Bauwerks ist, soll ermittelt werden, welche Investition getätigt werden soll, um über den ganzen Lebenszyklus betrachtet, eine optimale Entscheidung getroffen zu haben.

Da Bodenbeläge im Regelfall direkt für das Objekt oder den Raum angepasst werden und am Ende der Lebensdauer nahezu keinen Wert mehr haben, wird nicht von einem Wiederverkauf bzw. einem Verkaufserlös am Ende der Lebensdauer ausgegangen.

Um die Beeinflussbarkeit der Lebenszykluskosten des Fußbodens messen zu können, wurden verschiedene Ausführungsvarianten simuliert und miteinander verglichen. Dabei ist grundsätzlich anzumerken, dass durch die Nutzungs-Anforderungen bereits bestimmte Grenzen determiniert sind, welche somit nicht beeinflussbar sind. Als Beispiel sind die Serviceräume zu nennen. Diese erfüllen Support-Funktionen des Kerngeschäftes. Ästhetische Ansprüche sind daher in diesen Räumen generell eher zweitrangig.

Resultierend aus dieser Anforderung ist die Verlegung von qualitativ bzw. ästhetisch hochwertigen Bodenbelägen wie beispielsweise Parkett oder Marmorstein für die vorliegende Nutzung als Bürogebäude nicht zweckmäßig. Um eine möglichst praxisorientiertes Ergebnis zu erhalten, werden lediglich die in Tabelle 5 aufgeführten Ausführungsvarianten untersucht.

Tabelle 5 Ausführungsvarianten des Fußbodens

Raum/Raumgruppe	Textilbelag	Elastischer Belag Linoleum ¹¹⁵	Elastischer Belag Laminat	Hartbelag Parkett	Hartbelag Naturstein geschliffen	Hartbelag Naturstein poliert (Marmor)	Keramik
Büro/Besprechung/ Konferenz/Empfang	x	x	x	x			
Empfangshalle		x			x	x	x
Flure	x	x	x				x
Treppenhaus	x	x			x		x
Kantine		x			x		x
Technikraum		x					
WC Räume		x			x		x
Teeküchen		x	x				x

¹¹⁵ Da sich die Erst- und Folgekosten sowie die Lebensdauer der Beläge PVC, Linoleum und Kautschuk nur unwesentlich unterscheiden, wird für die Beispielimmoblie stellvertretend für PVC und Kautschuk nur der Belag Linoleum untersucht.

7 Zusammenfassung

7.1 Ergebnis der Berechnungen

7.1.1 Einfluss der Bodenbelagsart

Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse der Berechnungen. Die untersuchten Bodenbeläge wurden dabei ihren Ergebnissen nach geordnet, wobei der vorteilhafteste Belag den 1. Rang einnimmt.

Tabelle 6 Ranking der Bodenbelagsarten

Ranking	Büro		Empfangshalle		Flure		Treppenhaus	
	statisch	dynamisch	statisch	dynamisch	statisch	dynamisch	statisch	dynamisch
1	Linoleum	Linoleum	Keramik	Keramik	Keramik	Keramik	Keramik	Keramik
2	Parkett	Nadelvlies	Naturstein g	Linoleum	Naturstein g	Linoleum	Naturstein g	Linoleum
3	Nadelvlies	Parkett	Linoleum	Naturstein g	Linoleum	Naturstein g	Linoleum	Naturstein g
4	Laminat	Laminat	Naturstein p	Naturstein p	Naturstein p	Naturstein p	Nadelvlies	Nadelvlies

Ranking	Kantine		Technik		WC		Teeküche	
	statisch	dynamisch	statisch	dynamisch	statisch	dynamisch	statisch	dynamisch
1	Keramik	Keramik	Linoleum	Linoleum	Keramik	Keramik	Keramik	Keramik
2	Linoleum	Linoleum			Naturstein g/ Linoleum	Linoleum	Linoleum	Linoleum
3	Naturstein g	Naturstein g				Naturstein	Laminat	Laminat
4								

g = gestrichen

p = poliert

Dabei ist festzustellen, dass Keramik in der Empfangshalle, den Fluren, Treppenhaus, Kantine, WC und Teeküche bzw. Linoleum im Büro die geringsten Lebenszykluskosten aufweisen. Die Erstkosten des keramischen Bodenbelags liegen mit 49 Euro je Quadratmeter zwar im mittleren Preissegment, aber abgesehen von den Kosten der täglichen Unterhaltsreinigung werden für keramische Oberflächen mit einer Lebensdauer von über 50 Jahren weder Bauunterhaltskosten noch Kosten für Grundreinigungen erforderlich. Nadelvlies und Linoleum sind etwa 25 Euro pro Quadratmeter günstiger in der Errichtungsphase, verursachen jedoch Kosten für Grundreinigungen und haben eine kürzere Lebensdauer als keramische Oberflächen. Nach etwa 20 Jahren haben sich die höheren Investitionskosten für Keramik amortisiert.

Im Bürobereich, bei dem aufgrund der Nutzungsanforderung kein keramischer Belag untersucht wurde, weist Linoleum die niedrigsten Lebenszykluskosten auf. Auf Rang 2

folgt bei statischer Berechnung das Parkett, bei dynamischer Rechnung der textile Nadelvliesbelag. Dieser Unterschied ist darin begründet, dass die Bauunterhaltskosten des Nadelvlies, welche nach je 15 Jahren anfallen, bei der dynamischen Berechnungsmethode geringer ins Gewicht fallen. Während sich bei der statischen Betrachtung die 75 Prozent höheren Erstkosten des Parketts im Gegensatz zum Nadelvlies durch geringere Bauunterhaltskosten nach 30 Jahren amortisiert haben, ergibt sich bei der statischen Berechnung ein leichter Vorteil des textilen Belags.

Als Ergebnis lässt sich feststellen, dass die Hartbeläge trotz höherer Erstkosten die niedrigsten Lebenszykluskosten verursachen. Grund dafür ist, dass aufgrund ihrer Lebensdauer von über 50 Jahren kein Austausch des Belags notwendig ist und das zusätzlich beim geschliffenen Naturstein und beim keramischen Bodenbelag keinerlei Bauunterhaltungs- bzw. Sonderreinigungskosten anfallen.

Laminat und auch der in den Erstkosten günstigste Belag Nadelvlies weisen die höchsten Lebenszykluskosten im Vergleich auf. Trotz des geringen Investitionsvolumens von Nadelvlies ist ein Austausch des Bodenbelags bereits nach 10 bis 15 Jahren der Nutzung notwendig. Zusätzlich ist alle zwei bis vier Jahre eine Grundreinigung des Belags erforderlich, wodurch die Lebenszykluskosten im Laufe der Jahre enorm steigen. Laminat verursacht keine Sonderreinigungskosten, muss aber auch bereits nach 10 bis 15 Jahren erneuert werden, wodurch die Lebenszykluskosten enorm beeinflusst werden.

Der Belag Naturstein poliert belegt ebenfalls stets die hinteren Plätze im Ranking. Obwohl bei diesem Belag keine Grundreinigungskosten aufzuwenden sind, ist er jedoch mit 78 Euro pro Quadratmeter der in der Bauphase kostenintensivste Bodenbelag und verursacht zudem alle 10 bis 15 Jahre Bauunterhaltungskosten in Höhe von acht Euro pro Quadratmeter. Im unmittelbaren Vergleich zum geschliffenen Naturstein, welcher mit zwei Euro pro Quadratmeter günstigere Erstkosten aufweist und abgesehen von der turnusmäßigen Unterhaltsreinigung keinerlei Folgekosten verursacht, ist der polierte Naturstein stets die ungünstigere Alternative in Bezug auf die Kosten.

7.1.2 Analyse der Erst- und Folgekosten

Im Folgenden wurde die Höhe der Erst- und der Folgekosten miteinander verglichen. Die Basis der Analyse bilden die Ergebnisse der statischen Investitionsrechnung. Es wurden drei Ausführungsvarianten untersucht:

- Variante 1 Verwendung der jeweils lebenszykluskosten-günstigsten Bodenbeläge
- Variante 2 Verwendung jeweils der Bodenbeläge, welche die geringsten Erstkosten verursachen
- Variante 3 Verwendung jeweils der Bodenbeläge, welche die höchsten Erstkosten verursachen

Ziel dieser Analyse ist es, eine Aussage darüber zu treffen, ob Bodenbeläge mit geringen Erstkosten tatsächlich höhere Folgekosten verursachen als diejenigen Bodenbeläge mit den anfangs höchsten Aufwendungen. Diese beiden Varianten werden jeweils verglichen mit der insgesamt optimalsten Lösung, welche die geringsten Lebenszykluskosten verursacht.

Tabelle 7 und Abbildung 12 stellen zunächst die prozentuale Verteilung der Erst- und Folgekosten dar. Während die Erstkosten der Variante 3 ganzen 10 Prozent der gesamten Lebenszykluskosten entsprechen, sind es bei Variante 2 nur 3,5 Prozent. Trotzdem kann man in Abbildung 12 erkennen, dass die Variante 3 im Vergleich geringere Lebenszykluskosten als Variante 2 verursacht. Dennoch stellen die in den Erstkosten am preisintensivsten Bodenbeläge nicht die optimalste Ausführungsvariante dar, im Vergleich zu Variante 1 verursachen sie ca. 150.000 Euro höhere Lebenszykluskosten.

Tabelle 7 Analyse der Erst- und Folgekosten

		Absolut		SUMME	Prozentual		SUMME
		Erstkosten	Folgekosten		Erstkosten	Folgekosten	
V1	geringste LZK insgesamt	113.128,65	2.035.422,77	2.148.551,42	5,27%	94,73%	100,00%
V2	geringste Erstkosten	84.661,18	2.291.514,06	2.376.175,24	3,56%	96,44%	100,00%
V3	höchste Erstkosten	232.812,80	2.070.366,58	2.303.179,38	10,11%	89,89%	100,00%

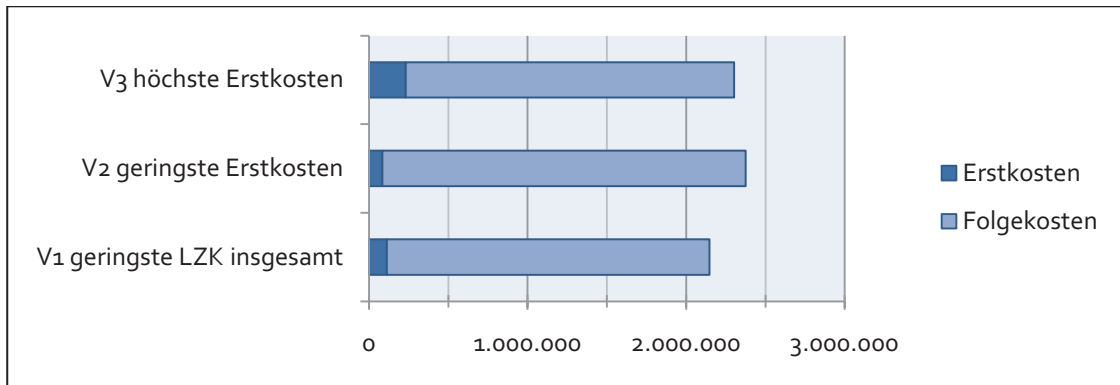


Abbildung 12 Analyse der Erst- und Folgekosten

Abbildung 13 zeigt den Kostenverlauf der drei Varianten. Variante 2 (geringste Erstkosten) schneidet die Gerade der 1. Variante bereits nach 15 Jahren der Nutzung, verursacht somit ab diesem Zeitpunkt höhere Lebenszykluskosten als die optimale Ausführungsvariante. Im Vergleich der Varianten 1 und 3 kann man feststellen, dass Variante 1 im gesamten Verlauf die kostengünstigste Alternative darstellt. Hingegen schneidet die Kurve der 2. Variante V3 nach etwa 40 Jahren der Nutzung.

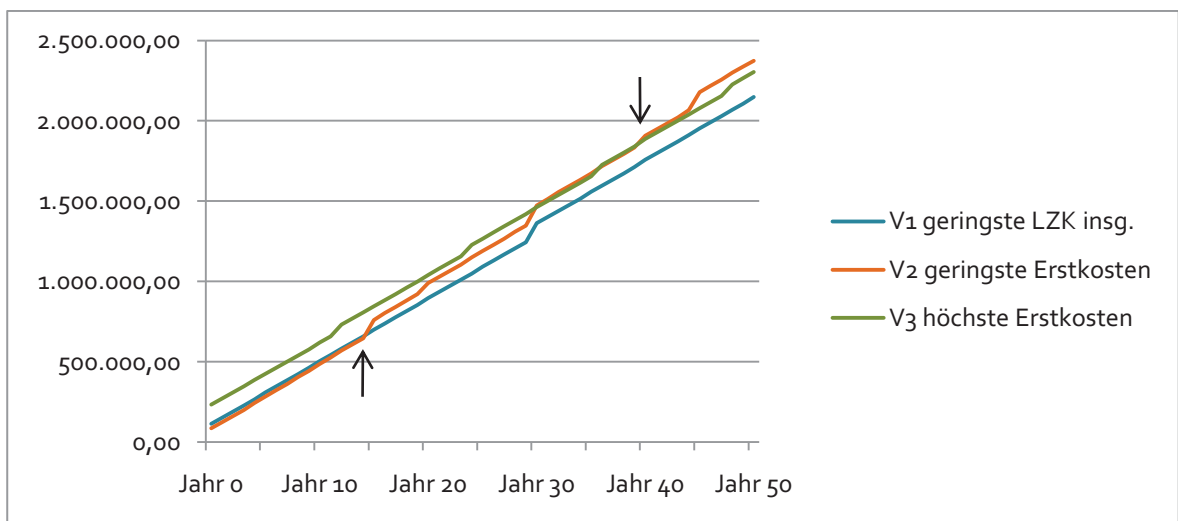


Abbildung 13 Kostenverlauf Erst- und Folgekosten

Es wurde festgestellt, dass die Variante mit den anfangs geringsten Ausgaben tatsächlich die höchsten Lebenszykluskosten verursacht. Die Variante, welche zu Beginn die höchsten Kosten auslöst, amortisiert sich im Vergleich zu Variante 2 nach etwa 40 Jahren der Nutzung. Dennoch stellt diese Variante nicht die im Lebenszyklus Optimalste dar. Variante 1 liegt in Bezug auf die Erstkosten zwischen den beiden anderen Varianten, sie amortisiert sich jedoch bereits nach 15 Nutzungsjahren und führt ab diesem Zeitpunkt die geringsten Folgekosten herbei.

7.1.3 Beeinflussbarkeit der Lebenszykluskosten

Tabelle 8 Best Case und Worst Case der Lebenszykluskosten

LZK in €	statisch		dynamisch	
	Best Case	Worst Case	Best Case	Worst Case
Büro	959.932,04	1.264.591,15	617.662,49	808.248,20
Empfangshalle	44.553,82	54.700,56	31.029,03	39.177,41
Flure	132.303,44	158.202,21	90.878,26	111.676,36
Treppenhaus	96.506,49	113.523,69	62.552,23	72.251,69
Kantine	166.175,97	169.786,41	106.871,32	110.481,76
Technikraum	14.840,96	14.840,96	9.691,52	9.691,52
WC-Räume	632.280,89	636.772,61	400.399,47	404.891,19
Teeküchen	101.957,81	116.693,33	65.733,55	73.874,09

SUMME

2.148.551,42

2.529.110,92

1.384.817,88

1.630.292,21

Differenz absolut

380.559,50

245.474,34

Differenz prozentual

17,71%

17,73%

Tabelle 8 zeigt die Summe der Lebenszykluskosten aller untersuchten Bereiche. Ergebnis der statischen Berechnung ist, dass bei der Wahl der Bodenbeläge, welche die geringsten Lebenszykluskosten aufweisen, sich Gesamtkosten für die Investition, Unterhalts- und Sonderreinigung sowie Bauunterhalt in Höhe von 2,15 Mio. Euro ergeben. Im Gegensatz dazu verursachen die Bodenbeläge mit den höchsten Lebenszykluskosten ein Kostenvolumen von 2,53 Mio. Euro. Dies ist eine Differenz von 380.600 Euro. Die dynamische Betrachtungsweise liefert ein ähnliches Ergebnis, die Differenz zwischen günstigsten und höchsten Lebenszykluskosten beträgt 245.475 Euro.

Bei beiden Betrachtungsweisen ergibt sich eine prozentuale Differenz zwischen Best Case und Worst Case von 17,7 Prozent. Für die untersuchte Beispielimmobilie lässt sich also feststellen, dass die Lebenszykluskosten des Fußbodenbelags in der Planungsphase, unter Berücksichtigung der Nutzungs-Anforderungen, zu 17,7 Prozent beeinflussbar sind.

7.2 Chancen der Lebenszykluskosten-Rechnung

Vorteil der Lebenszykluskosten-Rechnung ist deren vielseitige Anwendbarkeit. Man kann Ausführungsvarianten auf Anlagen-, Bauteil- und auch Gebäudeebene miteinander vergleichen. Außerdem lassen sich auf Basis der Lebenszykluskosten-Rechnung ohne Probleme weitere Kennzahlen ableiten, beispielsweise die Beeinflussbarkeit der Kosten oder der Anteil der Erst- bzw. Folgeaufwendungen an den Gesamtkosten. Die Lebenszykluskosten-Rechnung erweist sich damit als ein einfaches und gleichzeitig praktikables Instrument zur phasenübergreifenden Kostenbetrachtung, mit deren Hilfe man innerhalb einer kurzen Zeit eine nachhaltig effektive Entscheidung treffen kann.

7.3 Grenzen der Lebenszykluskosten-Rechnung

Die Schwierigkeit bei der Lebenszykluskosten-Rechnung ist die Heterogenität der Immobilie. Aufgrund der Einflüsse von Lage, Umwelt, Gestaltung sowie der Nutzeranforderungen kann man Ergebnisse der Berechnung nicht pauschalisieren. So ist es beispielsweise nicht möglich, eine Aussage über den generell vorteilhaftesten Bodenbelag zu treffen. Die Berechnung ist stets, auch unter Berücksichtigung der Belange des Investors, an spezielle Gegebenheiten anzupassen. Aufgrund dieser Individualität wird ein Vergleich verschiedener Bauwerke in Bezug auf deren Lebenszykluskosten keine aussagekräftigen Ergebnisse liefern. Außerdem besteht die Gefahr, dass durch die alleinige Betrachtung der Kosten dennoch eine Fehlentscheidung getroffen wird, denn unter dem Aspekt der Qualitätssteigerung (z. B. Verwendung eines Marmorbodens statt einer keramischen Oberfläche) können dauerhaft höhere Mieteinnahmen generiert werden, welche die Differenz zwischen den Lebenszykluskosten des Marmorbodens und denen des keramischen Bodenbelags noch übersteigen.¹¹⁶

Ein weiterer negativer Aspekt ist, dass bei einer Betrachtung von größeren Objekten oder Portfolios die Lebenszykluskosten-Rechnung mittels Excel unübersichtlich wird. Tools zur Berechnung von Lebenszykluskosten existieren zwar, sind aber zum einen nur wenig verbreitet und werden zum anderen nicht allen Kriterien gerecht, denn oft findet z. B. die Gestaltung keine Berücksichtigung.¹¹⁷

„Für eine breitere Kommunikation mit und über die Lebenszykluskosten ist [...] eine Übereinkunft über den Berechnungsansatz erforderlich.“¹¹⁸ Trotz einer 80-jährigen

¹¹⁶ Vgl. Pelzeter, Lebenszykluskosten, 2006, S.147

¹¹⁷ Vgl. Ebenda, S.215-216

¹¹⁸ Ebenda, S.249

Forschungsgeschichte zum Thema Lebenszykluskosten existiert noch keine einheitliche Norm zur Berechnung dieser.¹¹⁹

7.4 Bedeutung von Facility Management in der Planungsphase

Zur Errichtung eines langfristig erfolgreichen Gebäudes reicht die Durchführung einer Lebenszykluskosten-Rechnung allein nicht aus. Vielmehr ist die Integration eines nutzungsorientierten Spezialisten in den Planungsprozess von großer Bedeutung. Idealerweise sollte diese Rolle dem Facility Manager zuteilwerden. Aufgrund der Grenzen der HOAI ist die Realisierung jedoch schwierig, denn eine Vergütung eines FM-Spezialisten sieht diese nicht vor. Die Barriere zwischen Planung, Errichtung und Nutzung gilt es dennoch zu überwinden, denn die vorangegangenen Untersuchungen zeigen, dass die Planungsphase ein enormes Potential für die Optimierung der Folgekosten bei gleichzeitig angemessener Qualität bietet. Wichtig ist, dass auch der Investor die Wirtschaftlichkeit einer nachhaltigen Immobilie und die Vorteile gegenüber Konkurrenzobjekten erkennt. Bisher sind Käufer nur teilweise bereit, für dauerhaft niedrige Bewirtschaftungskosten einen höheren Kaufpreis zu honorieren.¹²⁰ Durch die zunehmende Anzahl von Public Private Partnership- (PPP) bzw. Build-Operate-Transfer- (BOT) Projekten ist dennoch eine positive Entwicklung hin zur nutzungsorientierten Immobilie zu erkennen:¹²¹ Prinzip dieser Projekte in die Beteiligung eines privaten Partners an der Konzeption, Durchführung, Finanzierung sowie dem Betrieb eines im öffentlichen Interesse stehenden Projektes. Vorteil der öffentlichen Hand ist die finanzielle Entlastung der Baukosten, die Übertragung von Risiken und die Profitierung vom „Knowhow“ des Privaten Partners. Dieser hingegen profitiert von der vom Auftraggeber monatlich zu zahlenden Pacht.¹²² Durch die Bestrebung des Privaten Partners, ein Gebäude zu errichten, welches er auch nachhaltig effizient zu betreiben hat, wird die Barriere zwischen Planung, Bau und Betrieb beseitigt und ein langfristig erfolgreiches Projekt entsteht.

¹¹⁹ Vgl. Pelzeter, Lebenszykluskosten, 2006, S.29-30

¹²⁰ Vgl. Kiesewetter, Berücksichtigung von Facility Management, 2004, S.2

¹²¹ Vgl. Pelzeter, Lebenszykluskosten, 2006, S.2

¹²² Vgl. o.V., Vertrags-/ Finanzierungsmodelle, o.J., S.1

Anlagen

Anhang 1 Vergleich von Daten zur Flächenleistung von Fußböden

Ansatz	Beschreibung	Vorteile	Nachteile	Fazit	
KTBL-Daten ¹	Kalkulation des Arbeitsbedarfs für Reinigungsarbeiten im landwirtschaftlichen Familienhaushalt	Berücksichtigung des Überstellungsgrads mit Möbeln	Datenermittlung stammt aus Privathaushalten	Da die Daten aus Privathaushalten stammen, sind sie für Bürogebäude nicht anwendbar.	-
		Differenzierung zwischen Reinigungsverfahren			
		Daten basieren auf Arbeitsstudien mit wissenschaftlichen Methoden			
Leistungskennzahlen REFA ²	Studie zum Personalbedarf der Reinigung in einem Altenheim	Unterscheidung nach Art und Häufigkeit von Reinigungstätigkeiten	Reinigungstätigkeiten in Altenheimen nicht mit denen in Bürogebäuden vergleichbar	Da die Daten aus Altenheimen stammen, sind sie für Bürogebäude nicht anwendbar.	-
			keine Angaben zu Büro-, Besprechungs-, Konferenzräumen sowie großen Eingangshallen		
"Realistische Angaben" nach Neumann/Henning ³	Angaben, welche auf der Auswertung von Angeboten verschiedener Gebäudedienstleister beruhen	Unterscheidung zwischen 8 Raumgruppen	keine Differenzierung nach dem Reinigungsverfahren	Die Daten sind für Bürogebäude anwendbar.	+
		Angabe von Bandbreiten			
		Berücksichtigung von Großmaschineneinsatz			
Richtwerte nach Lutz ⁴	Leistungskennzahlen in Pflegeheimen	Unterscheidung in 7 Raumgruppen	Keine Berücksichtigung von Überstelldichte, Bodenbelag, Reinigungsverfahren	Da die Daten aus Pflegeheimen stammen, sind sie für Bürogebäude nicht anwendbar.	-
		Angabe von Bandbreiten			

¹ Vgl. Funke, Raumreinigung und Raumpflege, 1997, o.S.

² Vgl. Baumholzer, Leistungskennzahlen für den Reinigungsdienst, 1998, S. 29ff

³ Vgl. Neumann, Outsourcing, 1999, S.70

⁴ Vgl. Lutz, Reinigungspersonal, 2001, S.6

Anhang 2 Kalkulationsgrundlage zur Unterhaltsreinigung¹²³

Kalkulation in der Gebäudereinigung

Position (in Klammern = Kapitel in Kalkulationsbroschüre)	% v. PL	
1.00 Produktiver Stundenlohn (2.3.2)	100,00%	
2.00 Lohngebundene Kosten		
2.10 Soziallöhne		
2.11 Gesetzliche Feiertage (2.2.1 + 2.2.2)	4,62%	
2.12 Urlaubsentgelt (2.3.1 b)	14,43%	
2.13 Zusätzliches Urlaubsgeld (2.3.1.c)	3,42%	
2.14 Lohnfortzahlung im Krankheitsfall (2.2.3)	9,95%	
2.15 Arbeitsfreistellung (2.3.1 d)	0,50%	
Zwischensumme Soziallöhne	32,93%	
2.20 Sozialversicherungsbeiträge auf Fertigungslohn und Soziallöhne (Arbeitgeberanteil; 2.4.1)		
2.21 Krankenversicherung auf Produktivlohn	7,10%	
Krankenversicherung auf Soziallöhne	2,34%	9,44%
2.22 Rentenversicherung auf Produktivlohn	9,95%	
Rentenversicherung auf Soziallöhne	3,28%	13,23%
2.23 Arbeitslosenversicherung auf Produktivlohn	2,10%	
Arbeitslosenversicherung auf Soziallöhne	0,69%	2,79%
2.24 Pflegeversicherung auf Produktivlohn	0,85%	
Pflegeversicherung auf Soziallöhne	0,28%	1,13%
2.25 U2 Mutterschaftsaufwendungen auf Produktivlohn	0,06%	
U2 Mutterschaftsaufwendungen auf Soziallöhne	0,02%	0,08%
2.30 Gesetzliche Unfallversicherung (2.4.2)		3,50%
2.40 Schwerbehindertenabgabe (2.4.3)		2,50%
Zwischensumme Lohnkosten inkl. Sozialabgaben	65,59%	
Zusätzliche lohngebundene Kosten		
2.50 Haftpflichtversicherung (2.6.1)		0,30%
2.60 Sonstige Personalkosten (Arbeitskleidung, etc.) (2.6.2)		2,00%
Summe lohngebundene Kosten	67,89%	
3.00 Sonstige auftragsbezogene Kosten		
3.10 Aufsichtslohn Vorarbeiter (2.5.2)		
inkl. Soziale Folgekosten f. Aufsichtslohn		5,00%
3.20 Fahrkostenzuschuss (2.8.1)		
3.30 Fertigungsmaterial, Maschinen, Geräte, AfA, etc. (2.8.2)		6,50%
3.40 Sondereinzelkosten (2.8.3)		0,00%
Zwischensumme sonstige auftragsbezogene Kosten	11,50%	
4.00 Unternehmensbezogene Kosten		
4.10 Gehälter		
4.11 Technische Angestellte, incl. Lohnfolgekosten (2.9.1.1)		10,00%
4.12 Kaufmännische Angestellte, incl. Lohnfolgekosten (2.9.1.2)		10,00%
4.20 Fuhrparkkosten (2.9.2)		3,50%
4.30 Fertigungshilfskosten		0,00%
4.31 Löhne Hilfsdienste, incl. Lohnfolgekosten (2.9.3.1)		1,02%
4.32 Sonstige Betriebskosten (2.9.3.2)		0,00%
4.40 Sonstige Verwaltungskosten(2.9.4)		6,00%
4.50 Betriebsratskosten (2.9.5)		2,00%
4.60 Sonstige Kosten (Verbandsbeiträge, Zertifizierung, etc.) (2.9.6)		5,00%
4.70 Gewerbesteuer (2.4.4)		1,70%
Zwischensumme unternehmensbezogene Kosten	39,22%	
5.00 Selbstkosten	218,61%	
6.00 Stundenverrechnungssatz (ohne Gewinn + Wagnis)	218,61%	
Kalkulationszuschlag (Selbstkosten (ohne Gewinn + Wagnis) - Fertigungslohn)	118,61%	

¹²³ Bundesinnungsverband des Gebäudereiniger-Handwerks, Kalkulation in der Gebäudereinigung, Bonn 2006, S.24

Anhang 3 Grundrisse Beispiel-Objekt



Die Grundrisse des 2. bis 4. Obergeschosses sind identisch zum Grundriss des 1. Obergeschosses.

Anhang 4 Raumprogramm Beispiel-Objekt

Etage	Raum Nr	Bezeichnung	Größe	Überstellung mit Mobilar	Großmaschinen-einsatz	Frequenzierung	Reinigung	Gruppe
Erdgeschoss								
EG	001	Empfangshalle	166,34	gering	x	hoch	täglich	2
EG	002	Konferenzraum 1	72,48	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
EG	003	Konferenzraum 2	72,17	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
EG	004	Empfang	27,94	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
EG	005	Kantine	133,72	mittel		hoch	täglich	5
EG	006	Technikraum	105,23	gering	x	gering	1x wöchentlich	6
EG	007	WC-Herren	13,69	mittel		gering	täglich	7
EG	008	WC-Damen	13,68	mittel		gering	täglich	7
EG	009	WC-Herren	13,7	mittel		gering	täglich	7
EG	010	WC-Damen	13,69	mittel		gering	täglich	7
EG	011	Flur 1	29,27	gering	x	hoch	täglich	3
EG	012	Flur 2	38,74	gering	x	hoch	täglich	3
1. Obergeschoss								
1.OG	101	Büro 1	43,12	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
1.OG	102	Büro 2	43,12	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
1.OG	103	Büro 3	43,12	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
1.OG	104	Büro 4	43,12	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
1.OG	105	Büro 5	69,52	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
1.OG	106	Büro 6	69,55	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
1.OG	107	Büro 7	69,51	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
1.OG	108	Büro 8	69,55	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
1.OG	109	Besprechungsraum 1	78,91	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
1.OG	110	Teeküche 1	22,74	mittel		mittel	2x wöchentlich	8
1.OG	111	WC-Herren	14,23	mittel		gering	täglich	7
1.OG	112	WC-Damen	13,67	mittel		gering	täglich	7
1.OG	113	Treppenhaus mit Aufzug 1	26,1	gering		hoch	täglich	4
1.OG	114	Flur 3	89,14	gering	x	hoch	täglich	3
2. Obergeschoss								
2.OG	201	Büro 9	43,12	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
2.OG	202	Büro 10	43,12	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
2.OG	203	Büro 11	43,12	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
2.OG	204	Büro 12	43,12	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
2.OG	205	Büro 13	69,52	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
2.OG	206	Büro 14	69,55	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
2.OG	207	Büro 15	69,51	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
2.OG	208	Büro 16	69,55	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
2.OG	209	Besprechungsraum 2	78,91	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
2.OG	210	Teeküche 2	22,74	mittel		mittel	2x wöchentlich	8
2.OG	211	WC-Herren	14,23	mittel		gering	täglich	7
2.OG	212	WC-Damen	13,67	mittel		gering	täglich	7
2.OG	213	Treppenhaus mit Aufzug 2	26,1	gering		hoch	täglich	4
2.OG	214	Flur 4	89,14	gering	x	hoch	täglich	3
3. Obergeschoss								
3.OG	301	Büro 17	43,12	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
3.OG	302	Büro 18	43,12	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
3.OG	303	Büro 19	43,12	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
3.OG	304	Büro 20	43,12	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
3.OG	305	Büro 21	69,52	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
3.OG	306	Büro 22	69,55	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
3.OG	307	Büro 23	69,51	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
3.OG	308	Büro 24	69,55	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
3.OG	309	Besprechungsraum 3	78,91	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
3.OG	310	Teeküche 3	22,74	mittel		mittel	2x wöchentlich	8
3.OG	311	WC-Herren	14,23	mittel		gering	täglich	7
3.OG	312	WC-Damen	13,67	mittel		gering	täglich	7
3.OG	313	Treppenhaus mit Aufzug 3	26,1	gering		hoch	täglich	4
3.OG	314	Flur 5	89,14	gering	x	hoch	täglich	3
4. Obergeschoss								
4.OG	401	Büro 18	43,12	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
4.OG	402	Büro 19	43,12	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
4.OG	403	Büro 20	43,12	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
4.OG	404	Büro 21	43,12	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
4.OG	405	Büro 22	69,52	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
4.OG	406	Büro 23	69,55	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
4.OG	407	Büro 24	69,51	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
4.OG	408	Büro 25	69,55	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
4.OG	409	Besprechungsraum 4	78,91	mittel		mittel	2x wöchentlich	1
4.OG	410	Teeküche 4	22,74	mittel		mittel	2x wöchentlich	8
4.OG	411	WC-Herren	14,23	mittel		gering	täglich	7
4.OG	412	WC-Damen	13,67	mittel		gering	täglich	7
4.OG	413	Treppenhaus mit Aufzug 4	26,1	gering		hoch	täglich	4
4.OG	414	Flur 6	89,14	gering	x	hoch	täglich	3

Anhang 5 Kalkulation der Reinigungskosten

Gruppe	Bezeichnung	Größe in m²	Überstellung mit Mobilar	Großmaschinen-einsatz	Flächenleistung in m²/h	Zeitaufwand in h	Reinigungs-kosten pro h	Reinigungskosten pro Reinigung	Frequenzierung	Reinigungs-häufigkeit	Anzahl Reinigungen p.a.	Reinigungs-kosten p.a.
1	Büro-/Empfangs-/Konferenz-/Besprechungsräume	2290,67	mittel		220	10,41	14,39 €	149,83 €	mittel	2 x wöchentlich	104	15.625,20 €
2	Empfangshalle	166,34	gering	x	1200	0,14	14,39 €	1,99 €	hoch	täglich	365	728,06 €
3	Flure	424,57	gering	x	1000	0,42	14,39 €	6,11 €	hoch	täglich	365	2.229,99 €
4	Treppenhaus	104,4	gering		300	0,35	14,39 €	5,01 €	hoch	täglich	365	1.827,82 €
5	Kantine	133,72	mittel		220	0,61	14,39 €	8,75 €	hoch	täglich	365	3.192,47 €
6	Technikraum	105,23	gering	x	500	0,21	14,39 €	3,03 €	gering	1 x wöchentlich	52	157,92 €
7	WC-Räume	166,36	mittel		70	2,38	14,39 €	34,20 €	mittel	täglich	365	12.482,58 €
8	Teeküchen	90,96	mittel		70	1,30	14,39 €	18,70 €	mittel	2 x wöchentlich	104	1.950,02 €

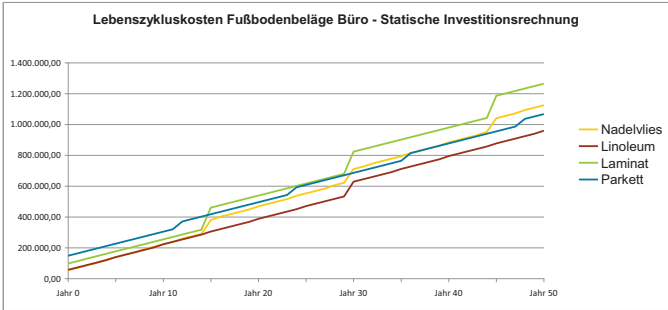
Anhang 6 Kennwerte zu Erstkosten und Folgekosten von Fußbodenbelägen

Bodenbelag	Textilbeläge				Elastische Beläge							
	Textilbelag (Nadelvlies)				Linoleum				Laminat			
	€/m²	Turnus			€/m²	Turnus			€/m²	Turnus		
Frequenzierung		hoch	mittel	gering		hoch	mittel	gering		hoch	mittel	gering
Erstkosten	24,00	einmalig			25,00	einmalig			43,00	einmalig		
Folgekosten												
Unterhaltsreinigung	nutzungsabhängig				nutzungsabhängig				nutzungsabhängig			
Sonderreinigung	2,50	2	4	6	2,00	5*			keine			
Bauunterhalt	32,00	10	15	20	33,00	20	30	40	56,00	10	15	20
Maßnahme Bauunterhalt	Ersatzbeschaffung				Ersatzbeschaffung				Ersatzbeschaffung			

Bodenbelag	Hartbeläge															
	Parkett				Naturstein geschliffen				Naturstein poliert				Keramik			
	€/m²	Turnus			€/m²	Turnus			€/m²	Turnus				Turnus		
Frequenzierung		hoch	mittel	gering		hoch	mittel	gering		hoch	mittel	gering		hoch	mittel	gering
Erstkosten	65,00	einmalig			76,00	einmalig			78,00	einmalig			49,00	einmalig		
Folgekosten																
Unterhaltsreinigung	nutzungsabhängig				nutzungsabhängig				nutzungsabhängig				nutzungsabhängig			
Sonderreinigung	keine				keine				keine				keine			
Bauunterhalt	15,00	9	12	15	0,00				8,00	10	15	20	0,00			
Maßnahme Bauunterhalt	Sanierung durch Abschleiff, Neuversiegelung und Ölprägnierung								Sanierung durch Kristallisation							

Anhang 7 Lebenszykluskosten-Modell

Lebenszykluskosten-Rechnung Fußbodenbelag Büro-/Empfangs-/Konferenz-/Besprechungsräume									
Statische Investitionsrechnung									
Textilbelag		Elastischer Belag		Hartbelag					
Nadelvlies		Linoleum		Laminat		Parkett			
Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)
Jahr 0	54.976,08	54.976,08	57.266,75	57.266,75	98.498,81	140.893,55	140.893,55		
Jahr 1	15.625,20	70.601,28	15.625,20	72.891,95	15.625,20	114.124,01	15.625,20	164.518,75	
Jahr 2	15.625,20	86.226,47	15.625,20	88.517,14	15.625,20	129.749,20	15.625,20	180.143,94	
Jahr 3	15.625,20	101.851,67	15.625,20	104.142,34	15.625,20	145.374,40	15.625,20	195.769,14	
Jahr 4	21.351,87	123.203,54	15.625,20	119.767,53	15.625,20	160.999,59	15.625,20	211.394,33	
Jahr 5	15.625,20	138.828,73	20.206,54	139.974,07	15.625,20	176.624,79	15.625,20	227.019,53	
Jahr 6	15.625,20	154.453,93	15.625,20	155.599,26	15.625,20	192.249,98	15.625,20	242.644,72	
Jahr 7	15.625,20	170.079,12	15.625,20	171.224,46	15.625,20	207.875,18	15.625,20	258.269,92	
Jahr 8	21.351,87	191.430,99	15.625,20	186.849,65	15.625,20	223.500,37	15.625,20	273.895,11	
Jahr 9	15.625,20	207.056,19	15.625,20	202.474,85	15.625,20	239.125,57	15.625,20	289.520,31	
Jahr 10	15.625,20	222.681,39	20.206,54	222.681,39	15.625,20	254.750,77	15.625,20	305.145,51	
Jahr 11	15.625,20	238.306,58	15.625,20	238.306,58	15.625,20	270.375,96	15.625,20	320.770,70	
Jahr 12	21.351,87	259.658,45	15.625,20	253.931,78	15.625,20	286.001,16	49.985,25	370.755,95	
Jahr 13	15.625,20	275.283,65	15.625,20	269.556,97	15.625,20	301.626,35		386.381,14	
Jahr 14	15.625,20	290.908,84	15.625,20	285.182,17	15.625,20	317.251,55	15.625,20	402.006,34	
Jahr 15	88.926,64	379.835,48	20.206,54	305.388,70	143.902,72	461.154,26	15.625,20	417.631,53	
Jahr 16	21.351,87	401.187,35	15.625,20	321.013,90	15.625,20	476.779,46	15.625,20	433.256,73	
Jahr 17	15.625,20	416.812,54	15.625,20	336.639,09	15.625,20	492.404,65	15.625,20	448.881,92	
Jahr 18	15.625,20	432.437,74	15.625,20	352.264,29	15.625,20	508.029,85	15.625,20	464.507,12	
Jahr 19	15.625,20	448.062,94	15.625,20	367.889,49	15.625,20	523.655,05	15.625,20	480.132,32	
Jahr 20	21.351,87	469.414,81	20.206,54	388.096,02	15.625,20	539.280,24	15.625,20	495.757,51	
Jahr 21	15.625,20	485.040,00	15.625,20	403.721,22	15.625,20	554.905,44	15.625,20	511.382,71	
Jahr 22	15.625,20	500.665,20	15.625,20	419.346,41	15.625,20	570.530,63	15.625,20	527.007,90	
Jahr 23	15.625,20	516.290,39	15.625,20	434.971,61	15.625,20	586.155,83	15.625,20	542.633,10	
Jahr 24	21.351,87	537.642,26	15.625,20	450.596,80	15.625,20	601.781,02	49.985,25	592.618,34	
Jahr 25	15.625,20	553.267,46	20.206,54	470.803,34	15.625,20	617.406,22		608.243,54	
Jahr 26	15.625,20	568.892,65	15.625,20	486.428,53	15.625,20	633.031,41	15.625,20	623.868,73	
Jahr 27	15.625,20	584.517,85	15.625,20	502.053,73	15.625,20	648.656,61	15.625,20	639.493,93	
Jahr 28	21.351,87	605.869,72	15.625,20	517.678,93	15.625,20	664.281,81	15.625,20	655.119,13	
Jahr 29	15.625,20	621.494,92	15.625,20	533.304,12	15.625,20	679.907,00	15.625,20	670.744,32	
Jahr 30	88.926,64	710.421,55	98.798,65	629.102,77	143.902,72	823.809,72	15.625,20	686.369,52	
Jahr 31	15.625,20	726.046,75	15.625,20	644.727,96	15.625,20	839.434,91	15.625,20	701.994,71	
Jahr 32	21.351,87	747.398,62	15.625,20	660.353,16	15.625,20	855.060,11	15.625,20	717.619,91	
Jahr 33	15.625,20	763.023,81	15.625,20	675.978,35	15.625,20	870.685,30	15.625,20	733.245,10	
Jahr 34	15.625,20	778.649,01	15.625,20	691.603,55	15.625,20	886.310,50	15.625,20	748.870,30	
Jahr 35	15.625,20	794.274,20	20.206,54	711.810,08	15.625,20	901.935,69	15.625,20	764.495,49	
Jahr 36	21.351,87	815.626,07	15.625,20	727.435,28	15.625,20	917.560,89	49.985,25	814.480,74	
Jahr 37	15.625,20	831.251,27	15.625,20	743.060,48	15.625,20	933.186,09	15.625,20	830.105,94	
Jahr 38	15.625,20	846.876,47	15.625,20	758.685,67	15.625,20	948.811,28	15.625,20	845.731,13	
Jahr 39	15.625,20	862.501,66	15.625,20	774.310,87	15.625,20	964.436,48	15.625,20	861.356,33	
Jahr 40	21.351,87	883.853,53	20.206,54	794.517,40	15.625,20	980.061,67	15.625,20	876.981,52	
Jahr 41	15.625,20	899.478,73	15.625,20	810.142,60	15.625,20	995.686,87	15.625,20	892.606,72	
Jahr 42	15.625,20	915.103,92	15.625,20	825.767,79	15.625,20	1.011.312,06	15.625,20	908.231,91	
Jahr 43	15.625,20	930.729,12	15.625,20	841.392,99	15.625,20	1.026.937,26	15.625,20	923.857,11	
Jahr 44	21.351,87	952.080,99	15.625,20	857.018,18	15.625,20	1.042.562,45	15.625,20	939.482,30	
Jahr 45	88.926,64	1.041.007,62	20.206,54	877.224,72	143.902,72	1.186.465,17	15.625,20	955.107,50	
Jahr 46	15.625,20	1.056.632,82	15.625,20	892.849,92	15.625,20	1.202.090,37	15.625,20	970.732,70	
Jahr 47	15.625,20	1.072.258,02	15.625,20	908.475,11	15.625,20	1.217.715,56	15.625,20	986.357,89	
Jahr 48	21.351,87	1.093.609,89	15.625,20	924.100,31	15.625,20	1.233.340,76	49.985,25	1.036.343,14	
Jahr 49	15.625,20	1.109.235,08	15.625,20	939.725,50	15.625,20	1.248.965,95	15.625,20	1.051.968,33	
Jahr 50	15.625,20	1.124.860,28	20.206,54	959.932,04	15.625,20	1.264.591,15	15.625,20	1.067.593,53	
Summe	1.124.860,28		959.932,04		1.264.591,15		1.067.593,53		



Diskontierungsfaktor	Dynamische Investitionsrechnung									
	Textilbelag		Elastischer Belag				Hartbelag			
	Nadelvlies		Linoleum		Laminat		Parkett			
1	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)
0,980392157	54.976,08	54.976,08	57.266,75	57.266,75	98.498,81	98.498,81	148.893,55	148.893,55		
0,960392157	15.318,82	70.294,90	15.318,82	72.585,57	15.318,82	113.817,63	15.318,82	164.212,37		
0,941687881	15.018,45	85.313,35	15.018,45	87.604,02	15.018,45	128.836,08	15.018,45	179.230,82		
0,942323235	14.723,97	100.037,32	14.723,97	102.327,99	14.723,97	143.560,05	14.723,97	193.954,79		
0,923845426	19.725,83	119.763,15	14.435,27	116.763,26	14.435,27	157.995,32	14.435,27	208.390,06		
0,90573081	14.152,22	133.915,37	18.301,68	135.064,94	14.152,22	172.147,54	14.152,22	222.542,28		
0,887971382	13.874,73	147.790,10	13.874,73	148.939,66	13.874,73	186.022,26	13.874,73	236.417,00		
0,870560179	13.602,67	161.392,77	13.602,67	162.542,34	13.602,67	199.624,94	13.602,67	250.019,68		
0,853490371	18.223,62	179.616,38	13.359,95	175.878,29	13.359,95	212.960,89	13.359,95	263.355,63		
0,836755266	13.074,46	192.690,85	13.074,46	188.952,76	13.074,46	226.035,35	13.074,46	276.430,09		
0,8203483	12.818,10	205.508,95	16.576,40	205.529,15	12.818,10	238.853,46	12.818,10	289.248,20		
0,804263039	12.566,77	218.075,72	12.566,77	218.095,92	12.566,77	251.420,22	12.566,77	301.814,96		
0,788493176	16.835,80	234.911,52	12.320,36	230.416,28	12.320,36	263.740,58	39.413,02	341.227,99		
0,773032525	12.078,78	246.990,31	12.078,78	242.495,06	12.078,78	275.819,37	12.078,78	353.306,77		
0,757875025	11.841,95	258.832,25	11.841,95	254.337,01	11.841,95	287.661,31	11.841,95	365.148,72		
0,74301473	66.073,80	324.906,05	15.013,75	269.350,76	106.921,84	394.583,15	11.609,75	376.758,47		
0,728445814	15.553,68	340.459,73	11.382,11	280.732,87	11.382,11	405.965,26	11.382,11	388.140,58		
0,714162562	11.158,93	351.618,66	11.158,93	291.891,80	11.158,93	417.124,19	11.158,93	399.299,51		
0,700159375	10.940,13	362.558,79	10.940,13	302.831,93	10.940,13	428.064,32	10.940,13	410.239,63		
0,68640736	10.725,61	373.284,41	10.725,61	313.557,54	10.725,61	438.799,93	10.725,61	420.965,25		
0,671297133	14.369,20	391.653,60	13.598,42	327.155,96	10.515,31	449.305,24	10.515,31	431.480,56		
0,659775817	10.309,13	397.962,73	10.309,13	337.465,09	10.309,13	459.614,37	10.309,13	441.789,68		
0,646830906	10.106,99	406.069,71	10.106,99	347.572,07	10.106,99	469.721,35	10.106,99	451.896,67		
0,634155918	9.908,81	415.978,53	9.908,81	357.480,89	9.908,81	479.630,16	9.908,81	461.805,48		
0,621721488	13.274,52	431.253,44	9.714,52	367.195,41	9.714,52	489.344,68	31.076,30	492.882,38		
0,609530871	9.524,04	440.777,48	12.316,51	379.511,91	9.524,04	498.868,72	9.524,04	502.406,42		
0,597592825	9.337,29	450.114,77	9.337,29	388.849,21	9.337,29	508.206,02	9.337,29	511.743,71		
0,585862044	9.154,21	459.268,98	9.154,21	398.003,41	9.154,21	517.360,22	9.154,21	520.897,92		
0,574373553	12.263,97	471.532,95	8.974,71	406.978,13	8.974,71	526.334,94	8.974,71	529.872,64		
0,561120738	8.798,74	480.331,69	8.798,74	415.776,87	8.798,74	535.133,68	8.798,74	538.671,38		
0,550228809	49.093,81	529.425,50	52.487,64	468.664,51	79.444,50	614.578,18	8.626,22	547.297,59		
0,54124597	8.457,07	537.882,58	8.457,07	477.121,59	8.457,07	623.025,25	8.457,07	555.754,67		
0,530633304	13.130,01	549.212,59	8.291,25	485.412,84	8.291,25	631.326,50	8.291,25	564.045,92		
0,520228729	8.128,68	557.341,26	8.128,68	493.541,51	8.128,68	649.455,18	8.128,68	572.174,59		
0,510028166	7.969,29	565.310,55	7.969,29	501.510,80	7.969,29	647.424,47	7.969,29	580.143,88		
0,500027613	7.813,03	573.123,58	7.813,03	511.614,63	7.813,03	655.237,50	7.813,03	587.956,91		
0,49022315	10.467,18	583.590,76	10.659,83	519.274,46	7.659,83	662.897,33	24.503,92	612.460,84		
0,480610932	7.509,64	591.100,40	7.509,64	526.784,10	7.509,64	670.509,67	7.509,64	619.970,48		
0,471187188	7.362,39	598.462,80	7.362,39	534.146,49	7.362,39	677.769,36	7.362,39	627.332,87		
0,461948223	7.218,03	605.680,83	7.218,03	541.364,52	7.218,03	684.987,39	7.218,03	634.550,90		
0,452890415	6.970,06	615.350,89	6.970,06	550.515,87	7.076,50	692.063,89	7.076,50	641.627,40		
0,444010211	6.937,75	622.288,63	6.937,75	557.453,62	6.937,75	699.001,64	6.937,75	648.565,15		
0,435304128	6.801,71	629.090,34	6.801,71	564.255,33	6.801,71	705.803,35	6.801,71	655.366,86		
0,426768753	6.668,35	635.758,69	6.668,35	570.923,67	6.668,35	712.047,10	6.668,35	662.035,20		
0,418400739	8.933,64	644.692,33	6.537,59	577.461,27	6.537,59	719.219,79	6.537,59	668.572,80		
0,410196803	36.477,42	681.169,75	8.288,66	585.749,92	59.028,43	778.037,72	6.409,41	674.982,20		
0,402153728	6.283,73	687.453,48	6.283,73	592.033,65	6.283,73	784.321,46	6.283,73	681.265,93		
0,394268361	6.160,52	693.614,00	6.160,52	598.194,17	6.160,52	790.481,98	6.160,52	687.426,45		
0,386537609	8.253,30	701.867,30	6.039,73	604.233,90	6.039,73	796.521,70	19.321,18	706.747,63		
0,378958494	5.921,30	707.788,60	5.921,30	610.155,20	5.921,30	802.443,00	5.921,30	712.668,93		
0,371527882	5.805,20	713.593,80	5.805,20	617.662,49	5.805,20	808.248,20	5.805,20	718.474,13		
Summe	713.593,80		617.662,49		808.248,20		718.474,13			

Lebenszykluskosten-Rechnung Fußbodenbelag Empfangshalle

Fläche 166 m²

Unterhalts-
reinigung p.a. 728,06 €

Legende:

Erstkosten

Unterhaltsreinigung

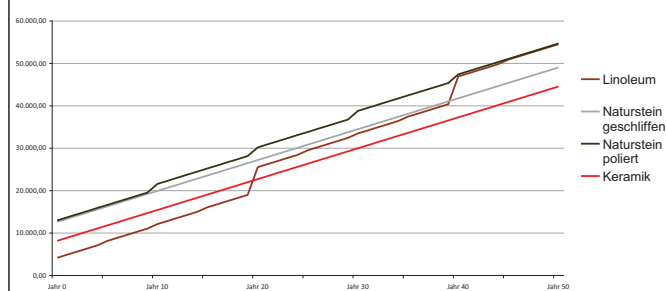
Sonderreinigung

Baunterhalt

Baunterhalt + Sonderrein.

	Statische Investitionsrechnung							
	Elastischer Belag		Naturstein geschliffen		Hartbelag		Keramik	
	Linoleum				Naturstein poliert			
	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)
Jahr 0	4.150,50	4.150,50	12.641,84	12.641,84	12.974,52	12.974,52	8.150,66	8.150,66
Jahr 1	728,06	4.888,56	728,06	13.369,90	728,06	13.702,58	728,06	8.878,72
Jahr 2	728,06	5.616,63	728,06	14.097,97	728,06	14.430,65	728,06	9.606,79
Jahr 3	728,06	6.344,69	728,06	14.826,03	728,06	15.158,71	728,06	10.334,85
Jahr 4	728,06	7.072,75	728,06	15.554,09	728,06	15.886,77	728,06	11.062,91
Jahr 5	1.060,74	8.131,50	728,06	16.282,16	728,06	16.614,84	728,06	11.790,98
Jahr 6	728,06	8.859,56	728,06	17.010,22	728,06	17.342,90	728,06	12.519,04
Jahr 7	728,06	9.587,62	728,06	17.738,28	728,06	18.070,96	728,06	13.247,10
Jahr 8	728,06	10.315,69	728,06	18.466,35	728,06	18.799,03	728,06	13.975,17
Jahr 9	728,06	11.043,75	728,06	19.194,41	728,06	19.527,09	728,06	14.703,23
Jahr 10	1.060,74	12.104,49	728,06	19.922,47	2.058,78	21.585,87	728,06	15.431,29
Jahr 11	728,06	12.832,56	728,06	20.650,54	728,06	22.313,94	728,06	16.159,36
Jahr 12	728,06	13.560,62	728,06	21.378,60	728,06	23.042,00	728,06	16.887,42
Jahr 13	728,06	14.288,68	728,06	22.106,66	728,06	23.770,06	728,06	17.615,48
Jahr 14	728,06	15.016,75	728,06	22.834,73	728,06	24.498,13	728,06	18.343,55
Jahr 15	1.060,74	16.077,49	728,06	23.562,79	728,06	25.226,19	728,06	19.071,61
Jahr 16	728,06	16.805,55	728,06	24.290,85	728,06	25.954,25	728,06	19.799,67
Jahr 17	728,06	17.533,62	728,06	25.018,92	728,06	26.682,32	728,06	20.527,74
Jahr 18	728,06	18.261,68	728,06	25.746,98	728,06	27.410,38	728,06	21.255,80
Jahr 19	728,06	18.989,74	728,06	26.475,04	728,06	28.138,44	728,06	21.983,86
Jahr 20	6.549,96	25.539,70	728,06	27.203,10	2.058,78	30.197,22	728,06	22.711,92
Jahr 21	728,06	26.267,77	728,06	27.931,17	728,06	30.925,29	728,06	23.439,99
Jahr 22	728,06	26.995,83	728,06	28.659,23	728,06	31.653,35	728,06	24.168,05
Jahr 23	728,06	27.723,89	728,06	29.387,29	728,06	32.381,41	728,06	24.896,12
Jahr 24	728,06	28.451,96	728,06	30.115,36	728,06	33.109,48	728,06	25.624,18
Jahr 25	1.060,74	29.512,70	728,06	30.843,42	728,06	33.837,54	728,06	26.352,24
Jahr 26	728,06	30.240,76	728,06	31.571,48	728,06	34.565,60	728,06	27.080,30
Jahr 27	728,06	30.968,83	728,06	32.299,55	728,06	35.293,67	728,06	27.808,37
Jahr 28	728,06	31.696,89	728,06	33.027,61	728,06	36.021,73	728,06	28.536,43
Jahr 29	728,06	32.424,95	728,06	33.755,67	728,06	36.749,79	728,06	29.264,49
Jahr 30	1.060,74	33.485,70	728,06	34.483,74	2.058,78	38.808,58	728,06	29.992,56
Jahr 31	728,06	34.213,76	728,06	35.211,80	728,06	39.536,64	728,06	30.720,62
Jahr 32	728,06	34.941,82	728,06	35.939,86	728,06	40.264,70	728,06	31.448,68
Jahr 33	728,06	35.669,89	728,06	36.667,93	728,06	40.992,77	728,06	32.176,75
Jahr 34	728,06	36.397,95	728,06	37.395,99	728,06	41.720,83	728,06	32.904,81
Jahr 35	1.060,74	37.458,69	728,06	38.124,05	728,06	42.448,89	728,06	33.632,87
Jahr 36	728,06	38.186,76	728,06	38.852,12	728,06	43.176,96	728,06	34.360,94
Jahr 37	728,06	38.914,82	728,06	39.580,18	728,06	43.905,02	728,06	35.089,00
Jahr 38	728,06	39.642,88	728,06	40.308,24	728,06	44.633,08	728,06	35.817,06
Jahr 39	728,06	40.370,95	728,06	41.036,31	728,06	45.361,15	728,06	36.545,13
Jahr 40	6.549,96	46.920,91	728,06	41.764,37	2.058,78	47.419,93	728,06	37.273,19
Jahr 41	728,06	47.648,97	728,06	42.492,43	728,06	48.147,99	728,06	38.001,25
Jahr 42	728,06	48.377,04	728,06	43.220,50	728,06	48.876,06	728,06	38.729,32
Jahr 43	728,06	49.105,10	728,06	43.948,56	728,06	49.604,12	728,06	39.457,38
Jahr 44	728,06	49.833,16	728,06	44.676,62	728,06	50.332,18	728,06	40.185,44
Jahr 45	1.060,74	50.893,91	728,06	45.404,69	728,06	51.060,25	728,06	40.913,51
Jahr 46	728,06	51.621,97	728,06	46.132,75	728,06	51.788,31	728,06	41.641,57
Jahr 47	728,06	52.350,03	728,06	46.860,81	728,06	52.516,37	728,06	42.369,63
Jahr 48	728,06	53.078,10	728,06	47.588,88	728,06	53.244,44	728,06	43.097,70
Jahr 49	728,06	53.806,16	728,06	48.316,94	728,06	53.972,50	728,06	43.825,76
Jahr 50	728,06	54.534,22	728,06	49.045,00	728,06	54.700,56	728,06	44.553,82
Summe	54.534,22		49.045,00		54.700,56		44.553,82	

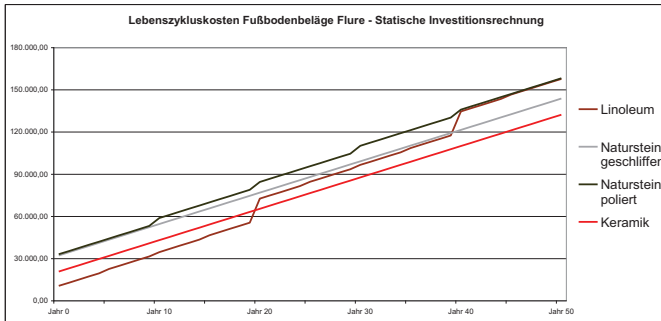
Lebenszykluskosten Fußbodenbeläge Empfangshalle - Statische Investitionsrechnung



Dynamische Investitionsrechnung								
Textilbelag		Elastischer Belag				Hartbelag		
Linoleum		Naturstein geschliffen		Naturstein poliert		Keramik		
	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)
	4.158,50	4.158,50	12.641,84	12.641,84	12.974,52	12.974,52	8.150,66	8.150,66
571	713,79	4.872,29	713,79	13.355,63	713,79	13.688,31	713,79	8.864,45
572	699,79	5.572,08	699,79	14.055,42	699,79	14.388,10	699,79	9.564,24
573	686,07	6.258,15	686,07	14.741,49	686,07	15.074,17	686,07	10.250,31
574	672,62	6.930,77	672,62	15.414,11	672,62	15.746,79	672,62	10.922,93
575	960,75	7.891,52	659,43	16.073,54	659,43	16.406,22	659,43	11.582,36
582	646,50	8.538,01	646,50	16.720,04	646,50	17.052,72	646,50	12.228,86
579	633,82	9.171,84	633,82	17.353,86	633,82	17.686,54	633,82	12.862,68
576	621,39	9.793,23	621,39	17.975,25	621,39	18.307,93	621,39	13.484,07
566	609,21	10.402,44	609,21	18.584,46	609,21	18.917,14	609,21	14.093,28
578	870,18	11.272,62	597,27	19.181,73	1.688,92	20.606,06	597,27	14.690,55
570	585,55	11.858,18	585,55	19.767,28	585,55	21.191,62	585,55	15.276,10
576	574,07	12.432,25	574,07	20.341,36	574,07	21.765,69	574,07	15.850,18
575	562,82	12.995,07	562,82	20.904,17	562,82	22.328,51	562,82	16.412,99
573	551,78	13.546,85	551,78	21.455,95	551,78	22.880,29	551,78	16.964,77
578	788,15	14.334,99	540,96	21.996,92	540,96	23.421,25	540,96	17.505,74
574	530,35	14.865,35	530,35	22.527,27	530,35	23.951,61	530,35	18.036,09
562	519,96	15.385,30	519,96	23.047,23	519,96	24.471,56	519,96	18.556,05
575	509,76	15.895,07	509,76	23.556,99	509,76	24.981,32	509,76	19.065,81
576	499,77	16.394,83	499,77	24.056,75	499,77	25.481,09	499,77	19.565,57
573	4.407,94	20.802,77	489,97	24.546,72	1.385,50	26.866,59	489,97	20.055,54
567	480,36	21.283,13	480,36	25.027,08	480,36	27.346,95	480,36	20.535,90
568	470,94	21.754,07	470,94	25.498,02	470,94	27.817,89	470,94	21.006,84
569	461,71	22.215,77	461,71	25.959,72	461,71	28.279,59	461,71	21.468,54
568	452,65	22.668,42	452,65	26.412,37	452,65	28.732,24	452,65	21.921,19
571	646,56	23.314,98	443,78	26.856,15	443,78	29.176,02	443,78	22.364,97
585	435,08	23.750,06	435,08	27.291,23	435,08	29.611,10	435,08	22.800,05
574	426,54	24.176,60	426,54	27.717,77	426,54	30.037,64	426,54	23.226,59
573	418,18	24.594,78	418,18	28.135,95	418,18	30.455,82	418,18	23.644,77
577	409,98	25.004,76	409,98	28.545,93	409,98	30.865,80	409,98	24.054,75
589	585,61	25.590,37	401,94	28.947,88	1.136,59	32.002,40	401,94	24.456,70
577	394,06	25.984,43	394,06	29.341,94	394,06	32.396,46	394,06	24.850,76
574	386,33	26.370,76	386,33	29.728,27	386,33	32.782,79	386,33	25.237,09
579	378,76	26.749,52	378,76	30.107,03	378,76	33.161,55	378,76	25.615,85
566	371,33	27.120,86	371,33	30.478,36	371,33	33.532,89	371,33	25.987,18
573	530,40	27.651,26	364,05	30.842,42	364,05	33.896,94	364,05	26.351,24
575	356,91	28.008,17	356,91	31.199,33	356,91	34.253,85	356,91	26.708,15
572	349,92	28.358,09	349,92	31.549,24	349,92	34.603,77	349,92	27.058,06
588	343,05	28.701,14	343,05	31.892,30	343,05	34.946,82	343,05	27.401,12
579	336,33	29.037,47	336,33	32.228,63	336,33	35.283,15	336,33	27.737,45
575	2.966,42	32.003,88	329,73	32.558,36	932,40	36.215,55	329,73	28.067,18
571	323,27	32.327,15	323,27	32.881,63	323,27	36.538,82	323,27	28.390,45
572	316,93	32.644,08	316,93	33.198,56	316,93	36.855,75	316,93	28.707,38
573	310,71	32.954,79	310,71	33.509,27	310,71	37.166,46	310,71	29.018,09
579	304,62	33.259,42	304,62	33.813,89	304,62	37.471,08	304,62	29.322,71
579	435,11	33.694,53	298,65	34.112,54	298,65	37.769,73	298,65	29.621,36
579	292,79	33.987,32	292,79	34.405,33	292,79	38.062,53	292,79	29.914,15
561	287,05	34.274,38	287,05	34.692,39	287,05	38.349,58	287,05	30.201,21
579	281,42	34.555,80	281,42	34.973,81	281,42	38.631,00	281,42	30.482,63
574	275,91	34.831,70	275,91	35.249,72	275,91	38.906,91	275,91	30.758,54
582	270,50	35.102,20	270,50	35.520,21	270,50	39.177,41	270,50	31.029,03
35.102,20			35.520,21		39.177,41		31.029,03	

Lebenszykluskosten-Rechnung Fußbodenbelag Flure

Fläche 425 m²		Statische Investitionsrechnung									
		Elastischer Belag		Naturstein geschliffen		Hartbelag		Keramik			
		Linoleum				Naturstein poliert					
		Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)
Unterhalts- reinigung p.a.	2.229,99 €										
Legende:											
Erstkosten											
Unterhaltsreinigung											
Sonderreinigung											
Bauunterhalt											
Bauunterhalt + Sonderrein.											
Jahr 0		10.614,25	10.614,25	32.267,32	32.267,32	33.116,46	33.116,46	20.803,93	20.803,93		
Jahr 1		2.229,99	12.844,24	2.229,99	34.497,31	2.229,99	35.346,45	2.229,99	22.803,92		
Jahr 2		2.229,99	15.074,23	2.229,99	36.727,30	2.229,99	37.576,44	2.229,99	25.263,91		
Jahr 3		2.229,99	17.304,22	2.229,99	38.957,29	2.229,99	39.806,43	2.229,99	27.493,90		
Jahr 4		2.229,99	19.534,21	2.229,99	41.187,28	2.229,99	42.036,42	2.229,99	29.723,89		
Jahr 5		3.079,13	22.613,34	2.229,99	43.417,27	2.229,99	44.266,41	2.229,99	31.953,88		
Jahr 6		2.229,99	24.843,33	2.229,99	45.647,26	2.229,99	46.496,40	2.229,99	34.183,87		
Jahr 7		2.229,99	27.073,32	2.229,99	47.877,25	2.229,99	48.726,39	2.229,99	36.413,86		
Jahr 8		2.229,99	29.303,31	2.229,99	50.107,24	2.229,99	50.956,38	2.229,99	38.643,85		
Jahr 9		2.229,99	31.533,30	2.229,99	52.337,23	2.229,99	53.186,37	2.229,99	40.873,84		
Jahr 10		3.079,13	34.612,43	2.229,99	54.567,22	5.626,55	58.812,92	2.229,99	43.103,83		
Jahr 11		2.229,99	36.842,42	2.229,99	56.797,21	2.229,99	60.042,91	2.229,99	45.333,82		
Jahr 12		2.229,99	39.072,41	2.229,99	59.027,20	2.229,99	63.272,90	2.229,99	47.563,81		
Jahr 13		2.229,99	41.302,40	2.229,99	61.257,19	2.229,99	65.502,89	2.229,99	49.793,80		
Jahr 14		2.229,99	43.532,39	2.229,99	63.487,18	2.229,99	67.732,88	2.229,99	52.023,79		
Jahr 15		3.079,13	46.611,52	2.229,99	65.717,17	2.229,99	69.962,87	2.229,99	54.253,78		
Jahr 16		2.229,99	48.841,51	2.229,99	67.947,16	2.229,99	72.192,86	2.229,99	56.483,77		
Jahr 17		2.229,99	51.071,50	2.229,99	70.177,15	2.229,99	74.422,85	2.229,99	58.713,76		
Jahr 18		2.229,99	53.301,49	2.229,99	72.407,14	2.229,99	76.652,84	2.229,99	60.943,75		
Jahr 19		2.229,99	55.531,48	2.229,99	74.637,13	2.229,99	78.882,83	2.229,99	63.173,74		
Jahr 20		17.089,94	72.621,42	2.229,99	76.867,12	5.626,55	84.509,38	2.229,99	65.403,73		
Jahr 21		2.229,99	74.851,42	2.229,99	79.097,12	2.229,99	86.739,38	2.229,99	67.633,73		
Jahr 22		2.229,99	77.081,41	2.229,99	81.327,11	2.229,99	88.969,37	2.229,99	69.863,72		
Jahr 23		2.229,99	79.311,40	2.229,99	83.557,10	2.229,99	91.199,36	2.229,99	72.093,71		
Jahr 24		2.229,99	81.541,39	2.229,99	85.787,09	2.229,99	93.429,35	2.229,99	74.323,70		
Jahr 25		3.079,13	84.620,52	2.229,99	88.017,08	2.229,99	95.659,34	2.229,99	76.553,69		
Jahr 26		2.229,99	86.850,51	2.229,99	90.247,07	2.229,99	97.889,33	2.229,99	78.783,68		
Jahr 27		2.229,99	89.080,50	2.229,99	92.477,06	2.229,99	100.119,32	2.229,99	81.013,67		
Jahr 28		2.229,99	91.310,49	2.229,99	94.707,05	2.229,99	102.349,31	2.229,99	83.243,66		
Jahr 29		2.229,99	93.540,48	2.229,99	96.937,04	2.229,99	104.579,30	2.229,99	85.473,65		
Jahr 30		3.079,13	96.619,61	2.229,99	99.167,03	5.626,55	110.205,85	2.229,99	87.703,64		
Jahr 31		2.229,99	98.849,60	2.229,99	101.397,02	2.229,99	112.435,84	2.229,99	89.933,63		
Jahr 32		2.229,99	101.079,59	2.229,99	103.627,01	2.229,99	114.665,83	2.229,99	92.163,62		
Jahr 33		2.229,99	103.309,58	2.229,99	105.857,00	2.229,99	116.895,82	2.229,99	94.393,61		
Jahr 34		2.229,99	105.539,57	2.229,99	108.086,99	2.229,99	119.125,81	2.229,99	96.623,60		
Jahr 35		3.079,13	108.618,70	2.229,99	110.316,98	2.229,99	121.355,80	2.229,99	98.853,59		
Jahr 36		2.229,99	110.848,69	2.229,99	112.546,97	2.229,99	123.585,79	2.229,99	101.083,58		
Jahr 37		2.229,99	113.078,68	2.229,99	114.776,96	2.229,99	125.815,78	2.229,99	103.313,57		
Jahr 38		2.229,99	115.308,67	2.229,99	117.006,95	2.229,99	128.045,77	2.229,99	105.543,56		
Jahr 39		2.229,99	117.538,66	2.229,99	119.236,94	2.229,99	130.275,76	2.229,99	107.773,55		
Jahr 40		17.089,94	134.628,60	2.229,99	121.466,93	5.626,55	135.902,31	2.229,99	110.003,54		
Jahr 41		2.229,99	136.858,59	2.229,99	123.696,92	2.229,99	138.132,30	2.229,99	112.233,53		
Jahr 42		2.229,99	139.088,58	2.229,99	125.926,91	2.229,99	140.362,29	2.229,99	114.463,52		
Jahr 43		2.229,99	141.318,57	2.229,99	128.156,90	2.229,99	142.592,28	2.229,99	116.693,51		
Jahr 44		2.229,99	143.548,56	2.229,99	130.386,89	2.229,99	144.822,27	2.229,99	118.923,50		
Jahr 45		3.079,13	146.627,69	2.229,99	132.616,88	2.229,99	147.052,26	2.229,99	121.153,49		
Jahr 46		2.229,99	148.857,68	2.229,99	134.846,87	2.229,99	149.282,25	2.229,99	123.383,48		
Jahr 47		2.229,99	151.087,67	2.229,99	137.076,86	2.229,99	151.512,24	2.229,99	125.613,47		
Jahr 48		2.229,99	153.317,66	2.229,99	139.306,85	2.229,99	153.742,23	2.229,99	127.843,46		
Jahr 49		2.229,99	155.547,65	2.229,99	141.536,84	2.229,99	155.972,22	2.229,99	130.073,45		
Jahr 50		2.229,99	157.777,64	2.229,99	143.766,83	2.229,99	158.202,21	2.229,99	132.303,44		
Summe			157.777,64		143.766,83		158.202,21		132.303,44		



Dynamische Investitionsrechnung											
Textilbelag		Naturstein geschliffen				Elastischer Belag		Naturstein poliert		Hartbelag	
Linoleum										Keramik	
Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)
10.614,25	10.614,25	32.267,32	32.267,32	33.116,46	33.116,46	20.803,93	20.803,93				
2.186,26	12.800,51	2.186,26	34.453,58	2.186,26	35.302,72	2.186,26	37.446,12	2.186,26	39.547,49	2.186,26	22.990,19
2.143,40	14.943,91	2.143,40	36.596,98	2.143,40	37.446,12	2.143,40	39.547,49	2.143,40	41.607,66	2.143,40	25.133,59
2.101,37	17.045,28	2.101,37	38.698,35	2.101,37	39.547,49	2.101,37	41.607,66	2.101,37	43.627,43	2.101,37	27.234,96
2.060,17	19.105,45	2.060,17	40.758,52	2.060,17	41.607,66	2.060,17	43.627,43	2.060,17	45.607,60	2.060,17	29.295,13
2.019,77	21.894,31	2.019,77	42.778,29	2.019,77	43.627,43	2.019,77	45.607,60	2.019,77	47.548,94	2.019,77	31.314,90
1.980,17	23.874,48	1.980,17	44.758,46	1.980,17	45.607,60	1.980,17	47.548,94	1.980,17	49.452,21	1.980,17	33.295,07
1.941,34	25.815,82	1.941,34	46.699,80	1.941,34	47.548,94	1.941,34	49.452,21	1.941,34	51.318,17	1.941,34	35.236,41
1.903,28	27.719,09	1.903,28	48.603,07	1.903,28	49.452,21	1.903,28	51.318,17	1.903,28	53.183,14	1.903,28	37.139,68
1.865,96	29.585,05	1.865,96	50.469,03	1.865,96	51.318,17	1.865,96	53.183,14	1.865,96	55.048,11	1.865,96	39.005,64
2.525,96	32.111,01	1.829,37	52.298,40	4.615,73	55.933,90	1.829,37	57.727,40	1.829,37	59.556,77	1.829,37	40.835,01
1.793,50	33.904,51	1.793,50	54.091,90	1.793,50	57.727,40	1.793,50	59.556,77	1.793,50	61.350,27	1.793,50	42.628,51
1.758,33	35.662,84	1.758,33	55.850,23	1.758,33	59.485,73	1.758,33	61.350,27	1.758,33	63.143,77	1.758,33	44.386,84
1.723,85	37.386,70	1.723,85	57.574,08	1.723,85	61.209,58	1.723,85	63.143,77	1.723,85	64.937,27	1.723,85	46.110,69
1.690,05	39.076,75	1.690,05	59.264,14	1.690,05	62.899,64	1.690,05	64.937,27	1.690,05	66.730,77	1.690,05	47.800,75
2.287,84	41.364,59	1.656,92	60.921,05	1.656,92	64.556,55	1.656,92	66.730,77	1.656,92	68.523,27	1.656,92	49.457,66
1.624,43	42.989,02	1.624,43	62.545,48	1.624,43	66.180,98	1.624,43	68.523,27	1.624,43	70.315,77	1.624,43	51.082,09
1.592,58	44.581,59	1.592,58	64.138,05	1.592,58	67.773,56	1.592,58	69.334,91	1.592,58	71.108,27	1.592,58	52.674,66
1.561,35	46.142,94	1.561,35	65.699,40	1.561,35	69.334,91	1.561,35	71.108,27	1.561,35	72.900,77	1.561,35	54.236,01
1.530,73	47.673,67	1.530,73	67.230,14	1.530,73	70.865,64	1.530,73	72.900,77	1.530,73	74.696,27	1.530,73	55.766,75
11.501,04	59.174,71	1.500,72	68.730,86	1.786,51	72.652,15	1.500,72	74.696,27	1.500,72	76.491,77	1.500,72	57.267,47
1.471,29	60.646,01	1.471,29	70.202,15	1.471,29	74.123,44	1.471,29	76.123,44	1.471,29	77.594,68	1.471,29	58.738,76
1.442,44	62.088,45	1.442,44	71.644,60	1.442,44	75.565,88	1.442,44	77.594,68	1.442,44	79.066,12	1.442,44	60.181,21
1.414,16	63.502,61	1.414,16	73.058,76	1.414,16	76.980,05	1.414,16	79.066,12	1.414,16	80.537,56	1.414,16	61.595,37
1.386,43	64.889,05	1.386,43	74.445,19	1.386,43	80.366,48	1.386,43	81.725,73	1.386,43	83.088,21	1.386,43	62.981,80
1.876,82	66.765,87	1.359,25	75.804,44	1.359,25	81.725,73	1.359,25	83.088,21	1.359,25	84.447,46	1.359,25	64.341,05
1.332,60	68.098,47	1.332,60	77.137,03	1.332,60	83.088,21	1.332,60	84.447,46	1.332,60	85.800,91	1.332,60	65.673,64
1.306,47	69.404,93	1.306,47	78.443,50	1.306,47	84.364,79	1.306,47	85.800,91	1.306,47	87.152,38	1.306,47	66.980,11
1.280,85	70.685,78	1.280,85	79.724,35	1.280,85	85.645,64	1.280,85	87.152,38	1.280,85	88.503,85	1.280,85	68.260,96
1.255,73	71.941,52	1.255,73	80.980,08	1.255,73	86.901,37	1.255,73	88.503,85	1.255,73	89.854,58	1.255,73	69.516,69
1.699,90	73.641,42	1.231,17	82.211,20	1.306,25	90.007,63	1.231,17	91.442,66	1.231,17	92.673,83	1.231,17	70.747,81
1.206,97	74.848,39	1.206,97	83.418,17	1.206,97	91.214,60	1.206,97	92.673,83	1.206,97	93.880,79	1.206,97	71.954,78
1.183,31	76.031,70	1.183,31	84.601,48	1.183,31	92.397,91	1.183,31	93.880,79	1.183,31	95.084,10	1.183,31	73.138,09
1.160,10	77.191,80	1.160,10	85.761,58	1.160,10	93.558,01	1.160,10	95.084,10	1.160,10	96.285,20	1.160,10	74.298,19
1.137,36	78.329,16	1.137,36	86.898,94	1.137,36	94.695,37	1.137,36	96.285,20	1.137,36	97.486,56	1.137,36	75.435,55
1.539,65	79.868,81	1.115,06	88.014,00	1.115,06	95.810,43	1.115,06	97.486,56	1.115,06	98.687,87	1.115,06	76.550,61
1.093,19	80.962,00	1.093,19	89.107,19	1.093,19	96.903,62	1.093,19	98.687,87	1.093,19	99.889,18	1.093,19	77.643,80
1.071,76	82.033,76	1.071,76	90.178,95	1.071,76	97.975,38	1.071,76	99.889,18	1.071,76	101.090,49	1.071,76	78.715,56
1.050,74	83.084,50	1.050,74	91.229,69	1.050,74	99.026,12	1.050,74	101.090,49	1.050,74	102.291,70	1.050,74	79.766,32
1.030,14	84.114,64	1.030,14	92.259,83	1.030,14	100.056,26	1.030,14	102.291,70	1.030,14	103.492,91	1.030,14	80.796,44
7.739,87	91.854,51	1.009,94	93.269,77	2.568,12	102.604,47	1.009,94	103.492,91	1.009,94	104.693,91	1.009,94	81.806,38
990,14	92.844,65	990,14	94.259,91	990,14	103.594,61	990,14	104.693,91	990,14	105.894,91	990,14	82.796,52
970,72	93.815,38	970,72	95.230,63	970,72	104.565,34	970,72	105.894,91	970,72	107.095,91	970,72	83.767,24
951,69	94.767,07	951,69	96.182,32	951,69	105.517,03	951,69	107.095,91	951,69	108.296,91	951,69	84.718,93
933,03	95.700,10	933,03	97.115,35	933,03	106.450,05	933,03	108.296,91	933,03	109.497,91	933,03	85.651,96
1.263,05	96.963,14	914,73	98.030,09	914,73	107.364,79	914,73	109.497,91	914,73	110.699,91	914,73	86.566,70
896,80	97.859,94	896,80	98.926,89	896,80	108.261,59	896,80	110.699,91	896,80	111.899,91	896,80	87.463,50
879,21	98.739,16	879,21	99.806,10	879,21	109.140,80	879,21	111.899,91	879,21	113.099,91	879,21	88.342,71
861,98	99.601,13	861,98	100.668,08	861,98	110.002,78	861,98	113.099,91	861,98	114.299,91	861,98	89.204,69
845,07	100.446,21	845,07	101.513,15	845,07	110.847,85	845,07	114.299,91	845,07	115.499,91	845,07	90.049,76
828,50	101.274,71	828,50	102.341,65	828,50	111.676,36	828,50	115.499,91	828,50	116.699,91	828,50	90.878,26
101.274,71		102.341,65		111.676,36		111.676,36		90.878,26			

Lebenszykluskosten-Rechnung Fußbodenbelag Treppenhaus

Fläche 104 m²Unterhalts-
reinigung p.a. 1.827,82 €

Legende:

Erstkosten

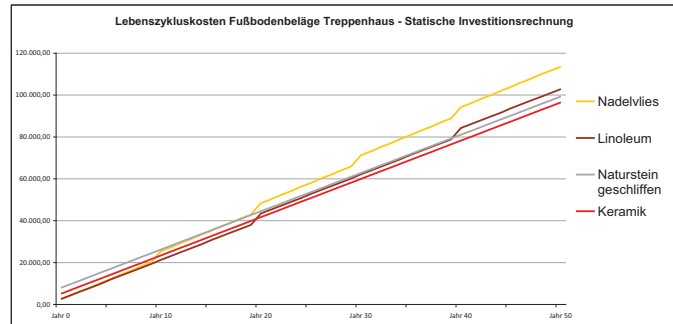
Unterhaltsreinigung

Sonderreinigung

Bauunterhalt

Bauunterhalt + Sonderrein.

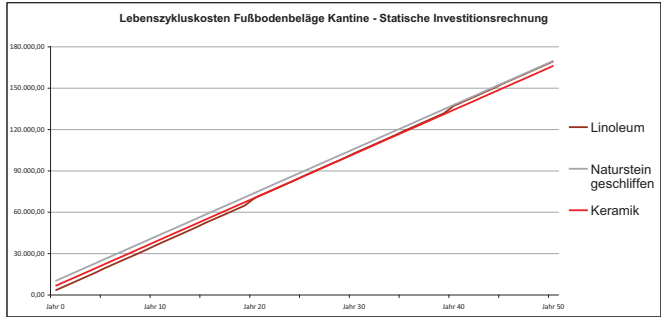
	Statische Investitionsrechnung							
	Textilbelag		Elastischer Belag		Hartbelag		Keramik	
	Nadelvlies		Linoleum		Naturstein geschliffen			
	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)
Jahr 0	2.505,60	2.505,60	2.610,00	2.610,00	7.934,40	7.934,40	5.115,60	5.115,60
Jahr 1	1.827,82	4.333,42	1.827,82	4.437,82	1.827,82	9.762,22	1.827,82	6.943,42
Jahr 2	2.088,82	6.422,24	1.827,82	6.265,64	1.827,82	11.590,04	1.827,82	8.771,24
Jahr 3	1.827,82	8.250,05	1.827,82	8.093,45	1.827,82	13.417,85	1.827,82	10.599,05
Jahr 4	2.088,82	10.338,87	1.827,82	9.921,27	1.827,82	15.245,67	1.827,82	12.426,87
Jahr 5	1.827,82	12.166,69	2.036,62	11.957,89	1.827,82	17.073,49	1.827,82	14.254,69
Jahr 6	2.088,82	14.255,51	1.827,82	13.785,71	1.827,82	18.901,31	1.827,82	16.082,51
Jahr 7	1.827,82	16.083,32	1.827,82	15.613,52	1.827,82	20.729,12	1.827,82	17.910,32
Jahr 8	2.088,82	18.172,14	1.827,82	17.441,34	1.827,82	22.556,94	1.827,82	19.738,14
Jahr 9	1.827,82	19.999,96	1.827,82	19.269,16	1.827,82	24.384,76	1.827,82	21.565,96
Jahr 10	5.429,62	25.429,58	2.036,62	21.305,78	1.827,82	26.212,58	1.827,82	23.393,78
Jahr 11	1.827,82	27.257,40	1.827,82	23.133,60	1.827,82	28.040,40	1.827,82	25.221,60
Jahr 12	2.088,82	29.346,21	1.827,82	24.961,41	1.827,82	29.868,21	1.827,82	27.049,41
Jahr 13	1.827,82	31.174,03	1.827,82	26.789,23	1.827,82	31.696,03	1.827,82	28.877,23
Jahr 14	2.088,82	33.262,85	1.827,82	28.617,05	1.827,82	33.523,85	1.827,82	30.705,05
Jahr 15	1.827,82	35.090,67	2.036,62	30.653,67	1.827,82	35.351,67	1.827,82	32.532,87
Jahr 16	2.088,82	37.179,48	1.827,82	32.481,48	1.827,82	37.179,48	1.827,82	34.360,68
Jahr 17	1.827,82	39.007,30	1.827,82	34.309,30	1.827,82	39.007,30	1.827,82	36.188,50
Jahr 18	2.088,82	41.096,12	1.827,82	36.137,12	1.827,82	40.835,12	1.827,82	38.016,32
Jahr 19	1.827,82	42.923,94	1.827,82	37.964,94	1.827,82	42.662,94	1.827,82	39.844,14
Jahr 20	5.429,62	48.353,56	5.481,82	43.446,76	1.827,82	44.490,76	1.827,82	41.671,96
Jahr 21	1.827,82	50.181,37	1.827,82	45.274,57	1.827,82	46.318,57	1.827,82	43.499,77
Jahr 22	2.088,82	52.270,19	1.827,82	47.102,39	1.827,82	48.146,39	1.827,82	45.327,59
Jahr 23	1.827,82	54.098,01	1.827,82	48.930,21	1.827,82	49.974,21	1.827,82	47.155,41
Jahr 24	2.088,82	56.186,83	1.827,82	50.758,03	1.827,82	51.802,03	1.827,82	48.983,23
Jahr 25	1.827,82	58.014,65	2.036,62	52.794,65	1.827,82	53.629,84	1.827,82	50.811,05
Jahr 26	2.088,82	60.103,46	1.827,82	54.622,46	1.827,82	55.457,66	1.827,82	52.638,86
Jahr 27	1.827,82	61.931,28	1.827,82	56.450,28	1.827,82	57.285,48	1.827,82	54.466,68
Jahr 28	2.088,82	64.020,10	1.827,82	58.278,10	1.827,82	59.113,30	1.827,82	56.294,50
Jahr 29	1.827,82	65.847,92	1.827,82	60.105,92	1.827,82	60.941,12	1.827,82	58.122,32
Jahr 30	5.429,62	71.277,53	2.036,62	62.142,53	1.827,82	62.768,93	1.827,82	59.950,13
Jahr 31	1.827,82	73.105,35	1.827,82	63.970,35	1.827,82	64.596,75	1.827,82	61.777,95
Jahr 32	2.088,82	75.194,17	1.827,82	65.798,17	1.827,82	66.424,57	1.827,82	63.605,77
Jahr 33	1.827,82	77.021,99	1.827,82	67.625,99	1.827,82	68.252,39	1.827,82	65.433,59
Jahr 34	2.088,82	79.110,81	1.827,82	69.453,81	1.827,82	70.080,21	1.827,82	67.261,41
Jahr 35	1.827,82	80.938,62	2.036,62	71.490,42	1.827,82	71.908,02	1.827,82	69.089,22
Jahr 36	2.088,82	83.027,44	1.827,82	73.318,24	1.827,82	73.735,84	1.827,82	70.917,04
Jahr 37	1.827,82	84.855,26	1.827,82	75.146,06	1.827,82	75.563,66	1.827,82	72.744,86
Jahr 38	2.088,82	86.944,08	1.827,82	76.973,88	1.827,82	77.391,48	1.827,82	74.572,68
Jahr 39	1.827,82	88.771,89	1.827,82	78.801,69	1.827,82	79.219,29	1.827,82	76.400,49
Jahr 40	5.429,62	94.201,51	5.481,82	84.283,51	1.827,82	81.047,11	1.827,82	78.228,31
Jahr 41	1.827,82	96.029,33	1.827,82	86.111,33	1.827,82	82.874,93	1.827,82	80.056,13
Jahr 42	2.088,82	98.118,15	1.827,82	87.939,15	1.827,82	84.702,75	1.827,82	81.883,95
Jahr 43	1.827,82	99.945,97	1.827,82	89.766,97	1.827,82	86.530,57	1.827,82	83.711,77
Jahr 44	2.088,82	102.034,78	1.827,82	91.594,78	1.827,82	88.358,38	1.827,82	85.539,58
Jahr 45	1.827,82	103.862,60	2.088,82	93.683,60	1.827,82	90.186,20	1.827,82	87.367,40
Jahr 46	2.088,82	105.951,42	1.827,82	95.511,42	1.827,82	92.014,02	1.827,82	89.195,22
Jahr 47	1.827,82	107.779,24	1.827,82	97.339,24	1.827,82	93.841,84	1.827,82	91.023,04
Jahr 48	2.088,82	109.868,05	1.827,82	99.167,05	1.827,82	95.669,65	1.827,82	92.850,85
Jahr 49	1.827,82	111.695,87	1.827,82	100.994,87	1.827,82	97.497,47	1.827,82	94.678,67
Jahr 50	1.827,82	113.523,69	1.827,82	102.822,69	1.827,82	99.325,29	1.827,82	96.506,49
Summe	113.523,69		102.822,69		99.325,29		96.506,49	



Diskontierungsfaktor		Dynamische Investitionsrechnung							
		Textilbelag Nadelvlies		Elastischer Belag Linoleum		Naturstein geschliffen		Hartbelag Keramik	
		Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)
1	2.505,60	2.505,60	2.610,00	2.610,00	7.934,40	7.934,40	5.115,60	5.115,60	
0,980392157	1.791,98	4.297,58	1.791,98	4.401,98	1.791,98	9.726,38	1.791,98	6.907,58	
0,961168781	2.007,71	6.305,28	1.756,84	6.158,82	1.756,84	11.483,22	1.756,84	8.664,42	
0,942322335	1.722,39	8.027,68	1.722,39	7.881,21	1.722,39	13.205,61	1.722,39	10.386,81	
0,923845426	1.929,74	9.957,42	1.688,62	9.569,83	1.688,62	14.894,23	1.688,62	12.075,43	
0,90573081	1.655,51	11.612,93	1.844,63	11.414,46	1.655,51	16.549,75	1.655,51	13.730,95	
0,887971382	1.854,81	13.467,74	1.623,05	13.037,51	1.623,05	18.172,80	1.623,05	15.354,00	
0,870560179	1.591,23	15.058,97	1.591,23	14.628,74	1.591,23	19.764,02	1.591,23	16.945,22	
0,853490371	1.782,79	16.841,76	1.560,02	16.188,76	1.560,02	21.323,46	1.560,02	18.505,25	
0,836755266	1.529,44	18.371,19	1.529,44	17.718,20	1.529,44	22.853,48	1.529,44	20.034,68	
0,8203483	4.454,18	22.825,37	1.607,74	19.386,93	1.490,45	24.353,93	1.490,45	21.534,13	
0,804263039	1.470,05	24.295,42	1.470,05	20.858,98	1.470,05	25.822,98	1.470,05	23.004,18	
0,788493176	1.647,02	25.942,43	1.441,22	22.300,20	1.441,22	27.264,20	1.441,22	24.445,40	
0,773032525	1.412,96	27.355,40	1.412,96	23.713,16	1.412,96	28.677,16	1.412,96	25.858,36	
0,757875025	1.583,06	28.938,46	1.385,26	25.098,42	1.385,26	30.062,42	1.385,26	27.243,62	
0,74301473	1.358,10	30.296,56	1.513,24	26.611,66	1.358,10	31.420,51	1.358,10	28.601,71	
0,728445814	1.521,59	31.818,15	1.331,47	27.943,13	1.331,47	32.751,98	1.331,47	29.933,18	
0,714162562	1.305,36	33.123,51	1.305,36	29.248,48	1.305,36	34.057,34	1.305,36	31.238,54	
0,700159375	1.466,01	34.589,51	1.279,76	30.528,25	1.279,76	35.337,10	1.279,76	32.518,30	
0,68643076	1.254,67	35.844,08	1.254,67	31.782,92	1.254,67	36.591,77	1.254,67	33.772,97	
0,672971333	3.653,98	39.498,06	3.689,11	35.472,02	1.230,07	37.821,84	1.230,07	35.003,04	
0,659775817	1.205,95	40.700,61	1.205,95	36.677,97	1.205,95	39.027,79	1.205,95	36.208,99	
0,646839036	1.351,13	42.051,74	1.182,30	37.860,28	1.182,30	40.210,09	1.182,30	37.391,29	
0,634155918	1.159,12	43.210,86	1.159,12	39.019,40	1.159,12	41.369,22	1.159,12	38.550,42	
0,621721488	1.298,66	44.509,52	1.136,39	40.155,79	1.136,39	42.505,61	1.136,39	39.686,81	
0,609530871	1.114,11	45.623,63	1.241,38	41.397,18	1.114,11	43.619,72	1.114,11	40.800,92	
0,597579285	1.248,23	46.871,87	1.092,27	42.489,44	1.092,27	44.711,99	1.092,27	41.893,19	
0,585862044	1.070,85	47.942,72	1.070,85	43.560,29	1.070,85	45.782,84	1.070,85	42.964,04	
0,574374553	1.199,76	49.142,48	1.049,85	44.610,14	1.049,85	46.832,69	1.049,85	44.013,89	
0,563112307	1.029,27	50.171,75	1.029,27	45.639,41	1.029,27	47.861,96	1.029,27	45.043,16	
0,552070889	2.997,53	53.169,28	1.124,36	46.763,77	1.009,08	48.871,04	1.009,08	46.052,24	
0,54124597	989,30	54.158,58	989,30	47.753,07	989,30	49.860,34	989,30	47.041,54	
0,530633304	1.108,40	55.266,98	969,90	48.722,97	969,90	50.830,24	969,90	48.011,44	
0,520228729	950,88	56.217,86	950,88	49.673,85	950,88	51.781,12	950,88	48.962,32	
0,510028166	1.065,36	57.283,21	932,24	50.606,09	932,24	52.713,36	932,24	49.894,56	
0,500027613	913,96	58.197,17	1.018,37	51.624,45	913,96	53.627,32	913,96	50.808,52	
0,49022315	1.023,99	59.221,16	896,04	52.520,49	896,04	54.523,36	896,04	51.704,56	
0,480610932	878,47	60.099,63	878,47	53.398,96	878,47	55.401,83	878,47	52.583,03	
0,471187188	984,22	61.083,85	861,24	54.260,21	861,24	56.263,07	861,24	53.444,14	
0,461948223	844,36	61.928,21	844,36	55.104,56	844,36	57.107,43	844,36	54.288,63	
0,452890415	2.459,02	64.387,23	2.482,66	57.587,23	827,80	57.935,23	827,80	55.116,43	
0,444010211	811,57	65.198,80	811,57	58.398,80	811,57	58.746,80	811,57	55.928,00	
0,435304128	909,27	66.108,07	795,66	59.194,45	795,66	59.542,46	795,66	56.723,66	
0,426768753	780,06	66.888,13	780,06	59.974,51	780,06	60.322,51	780,06	57.503,71	
0,418400739	873,96	67.762,09	764,76	60.739,27	764,76	61.087,27	764,76	58.268,47	
0,410196803	749,77	68.511,86	856,83	61.596,09	749,77	61.837,04	749,77	59.018,24	
0,402513728	840,03	69.351,88	785,06	62.331,16	735,06	62.572,10	735,06	59.753,30	
0,394268361	720,65	70.072,53	720,65	63.051,81	720,65	63.292,75	720,65	60.473,95	
0,385637609	807,41	70.879,94	706,52	63.758,33	706,52	63.999,27	706,52	61.180,47	
0,37895844	692,67	71.572,61	692,67	64.451,00	692,67	64.691,94	692,67	61.873,14	
0,371527882	679,09	72.251,69	679,09	65.130,08	679,09	65.371,03	679,09	62.552,23	
Summe		72.251,69	65.130,08	65.371,03	62.552,23				

Lebenszykluskosten-Rechnung Fußbodenbelag Kantine

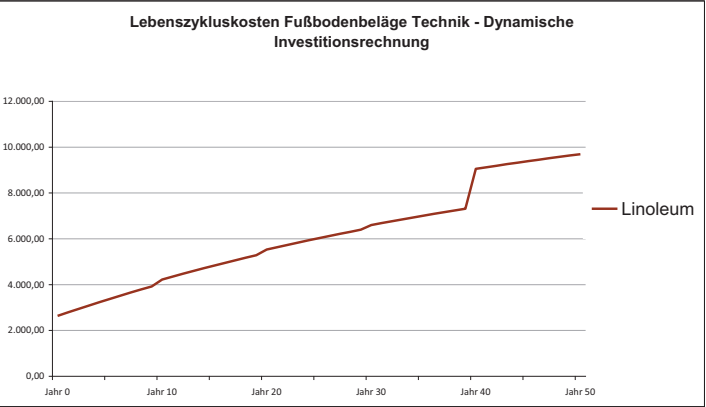
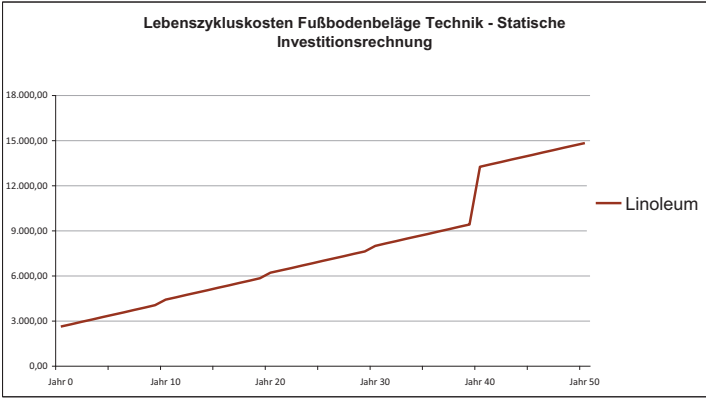
		Statische Investitionsrechnung					
		Elastischer Belag Linoleum		Hartbelag Naturstein geschliffen		Keramik	
		Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)
Fläche	134 m²						
Unterhalts- reinigung p.a.	3.192,47 €						
Legende:							
Erstkosten							
Unterhaltsreinigung							
Sonderreinigung							
Bauunterhalt							
Bauunterhalt + Sonderrein.							
Jahr 0		3.343,00	3.343,00	10.162,72	10.162,72	6.552,28	6.552,28
Jahr 1		3.192,47	6.535,47	3.192,47	13.355,19	3.192,47	9.744,75
Jahr 2		3.192,47	9.727,95	3.192,47	16.547,67	3.192,47	12.937,23
Jahr 3		3.192,47	12.920,42	3.192,47	19.740,14	3.192,47	16.129,70
Jahr 4		3.192,47	16.112,90	3.192,47	22.932,62	3.192,47	19.322,18
Jahr 5		3.459,91	19.572,81	3.192,47	26.125,09	3.192,47	22.514,65
Jahr 6		3.192,47	22.765,28	3.192,47	29.317,56	3.192,47	25.707,12
Jahr 7		3.192,47	25.957,76	3.192,47	32.510,04	3.192,47	28.899,60
Jahr 8		3.192,47	29.150,23	3.192,47	35.702,51	3.192,47	32.092,07
Jahr 9		3.192,47	32.342,70	3.192,47	38.894,98	3.192,47	35.284,54
Jahr 10		3.459,91	35.802,62	3.192,47	42.087,46	3.192,47	38.477,02
Jahr 11		3.192,47	38.995,09	3.192,47	45.279,93	3.192,47	41.669,49
Jahr 12		3.192,47	42.187,57	3.192,47	48.472,41	3.192,47	44.861,97
Jahr 13		3.192,47	45.380,04	3.192,47	51.664,88	3.192,47	48.054,44
Jahr 14		3.192,47	48.572,51	3.192,47	54.857,35	3.192,47	51.246,91
Jahr 15		3.459,91	52.032,43	3.192,47	58.049,83	3.192,47	54.439,39
Jahr 16		3.192,47	55.224,90	3.192,47	61.242,30	3.192,47	57.631,86
Jahr 17		3.192,47	58.417,38	3.192,47	64.434,78	3.192,47	60.824,34
Jahr 18		3.192,47	61.609,85	3.192,47	67.627,25	3.192,47	64.016,81
Jahr 19		3.192,47	64.802,32	3.192,47	70.819,72	3.192,47	67.209,28
Jahr 20		5.465,71	70.268,04	3.192,47	74.012,20	3.192,47	70.401,76
Jahr 21		3.192,47	73.460,51	3.192,47	77.204,67	3.192,47	73.594,23
Jahr 22		3.192,47	76.652,98	3.192,47	80.397,14	3.192,47	76.786,70
Jahr 23		3.192,47	79.845,46	3.192,47	83.589,62	3.192,47	79.979,18
Jahr 24		3.192,47	83.037,93	3.192,47	86.782,09	3.192,47	83.171,65
Jahr 25		3.459,91	86.497,85	3.192,47	89.974,57	3.192,47	86.364,13
Jahr 26		3.192,47	89.690,32	3.192,47	93.167,04	3.192,47	89.556,60
Jahr 27		3.192,47	92.882,79	3.192,47	96.359,51	3.192,47	92.749,07
Jahr 28		3.192,47	96.075,27	3.192,47	99.551,99	3.192,47	95.941,55
Jahr 29		3.192,47	99.267,74	3.192,47	102.744,46	3.192,47	99.134,02
Jahr 30		3.459,91	102.727,65	3.192,47	105.936,93	3.192,47	102.326,49
Jahr 31		3.192,47	105.920,13	3.192,47	109.129,41	3.192,47	105.518,97
Jahr 32		3.192,47	109.112,60	3.192,47	112.321,88	3.192,47	108.711,44
Jahr 33		3.192,47	112.305,08	3.192,47	115.514,36	3.192,47	111.903,92
Jahr 34		3.192,47	115.497,55	3.192,47	118.706,83	3.192,47	115.096,39
Jahr 35		3.459,91	118.957,46	3.192,47	121.899,30	3.192,47	118.288,86
Jahr 36		3.192,47	122.149,94	3.192,47	125.091,78	3.192,47	121.481,34
Jahr 37		3.192,47	125.342,41	3.192,47	128.284,25	3.192,47	124.673,81
Jahr 38		3.192,47	128.534,89	3.192,47	131.476,73	3.192,47	127.866,29
Jahr 39		3.192,47	131.727,36	3.192,47	134.669,20	3.192,47	131.058,76
Jahr 40		5.465,71	137.193,07	3.192,47	137.861,67	3.192,47	134.251,23
Jahr 41		3.192,47	140.385,55	3.192,47	141.054,15	3.192,47	137.443,71
Jahr 42		3.192,47	143.578,02	3.192,47	144.246,62	3.192,47	140.636,18
Jahr 43		3.192,47	146.770,49	3.192,47	147.439,09	3.192,47	143.828,65
Jahr 44		3.192,47	149.962,97	3.192,47	150.631,57	3.192,47	147.021,13
Jahr 45		3.526,77	153.489,74	3.192,47	153.824,04	3.192,47	150.213,60
Jahr 46		3.192,47	156.682,22	3.192,47	157.016,52	3.192,47	153.406,08
Jahr 47		3.192,47	159.874,69	3.192,47	160.208,99	3.192,47	156.598,55
Jahr 48		3.192,47	163.067,16	3.192,47	163.401,46	3.192,47	159.791,02
Jahr 49		3.192,47	166.259,64	3.192,47	166.593,94	3.192,47	162.983,50
Jahr 50		3.192,47	169.452,11	3.192,47	169.786,41	3.192,47	166.175,97
Summe		169.452,11		169.786,41		166.175,97	



		Dynamische Investitionsrechnung					
		Elastischer Belag Linoleum		Hartbelag Naturstein geschliffen		Keramik	
		Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)
Diskontierungsfaktor	1						
0,980392157	1	3.343,00	3.343,00	10.162,72	10.162,72	6.552,28	6.552,28
0,961168781	2	3.129,88	6.472,88	3.129,88	13.292,60	3.129,88	9.682,16
0,942322335	3	3.068,51	9.541,38	3.068,51	16.361,10	3.068,51	12.750,66
0,923845426	4	3.008,34	12.549,72	3.008,34	19.369,44	3.008,34	15.759,00
0,90573081	5	2.949,35	15.499,07	2.949,35	22.318,79	2.949,35	18.708,35
0,887971382	6	3.133,75	18.632,82	2.891,52	25.210,32	2.891,52	21.599,88
0,870560179	7	2.834,83	21.467,65	2.834,83	28.045,14	2.834,83	24.434,70
0,853490371	8	2.779,24	24.246,89	2.779,24	30.824,38	2.779,24	27.213,94
0,836755266	9	2.724,75	26.971,64	2.724,75	33.549,13	2.724,75	29.938,69
0,82034483	10	2.671,32	29.642,96	2.671,32	36.220,45	2.671,32	32.610,01
0,804263039	11	2.618,94	32.261,90	2.618,94	38.839,39	2.618,94	35.228,95
0,788493176	12	2.567,59	34.829,49	2.567,59	41.406,98	2.567,59	37.796,54
0,773032525	13	2.517,24	37.346,73	2.517,24	43.924,22	2.517,24	40.313,78
0,757875025	14	2.467,89	39.814,62	2.467,89	46.392,11	2.467,89	42.781,67
0,74301473	15	2.419,50	42.234,12	2.419,50	48.811,60	2.419,50	45.201,16
0,728445814	16	2.372,06	44.606,18	2.372,06	51.183,66	2.372,06	47.573,22
0,714162562	17	2.325,54	46.931,72	2.325,54	53.509,20	2.325,54	49.898,76
0,700159375	18	2.279,95	49.201,67	2.279,95	55.789,15	2.279,95	52.178,71
0,686433076	19	2.235,24	51.436,91	2.235,24	58.024,39	2.235,24	54.413,95
0,672991333	20	2.191,41	53.628,32	2.191,41	60.215,80	2.191,41	56.605,36
0,659775817	21	3.678,27	57.306,59	2.148,44	62.364,24	2.148,44	58.753,80
0,646839036	22	2.106,32	59.412,91	2.106,32	64.470,56	2.106,32	60.860,12
0,634155918	23	2.065,02	61.477,93	2.065,02	66.535,58	2.065,02	62.925,14
0,621721488	24	2.024,53	63.502,46	2.024,53	68.560,10	2.024,53	64.949,66
0,609530871	25	1.984,83	65.487,69	1.984,83	70.544,93	1.984,83	66.934,49
0,597579285	26	1.945,91	67.433,60	1.945,91	72.490,84	1.945,91	68.880,40
0,585862044	27	1.907,76	69.341,36	1.907,76	74.398,60	1.907,76	70.788,16
0,574374553	28	1.870,35	71.211,71	1.870,35	76.268,95	1.870,35	72.658,51
0,563112307	29	1.833,68	73.045,39	1.833,68	78.102,63	1.833,68	74.492,19
0,552070889	30	1.797,72	74.843,11	1.797,72	79.900,35	1.797,72	76.289,91
0,54124597	31	1.762,47	76.605,58	1.762,47	81.662,82	1.762,47	78.052,38
0,530633304	32	1.727,91	78.333,49	1.727,91	83.390,73	1.727,91	79.780,29
0,520228729	33	1.694,03	80.027,52	1.694,03	85.084,76	1.694,03	81.474,32
0,510028166	34	1.660,82	81.688,34	1.660,82	86.745,58	1.660,82	83.135,14
0,500027613	35	1.628,25	83.316,59	1.628,25	88.373,83	1.628,25	84.763,39
0,49022315	36	1.596,33	84.912,92	1.596,33	89.970,16	1.596,33	86.359,72
0,480610932	37	1.565,02	86.467,94	1.565,02	91.535,18	1.565,02	87.924,74
0,471187188	38	1.534,34	88.002,28	1.534,34	93.069,52	1.534,34	89.459,08
0,461948223	39	1.504,25	89.506,53	1.504,25	94.573,77	1.504,25	90.963,33
0,452890415	40	1.474,76	90.981,29	1.474,76	96.048,53	1.474,76	92.438,09
0,444010211	41	1.445,84	92.427,13	1.445,84	97.494,37	1.445,84	93.883,93
0,435304128	42	1.417,49	93.844,62	1.417,49	98.911,86	1.417,49	95.301,42
0,426768753	43	1.389,70	95.234,32	1.389,70	100.301,56	1.389,70	96.691,12
0,418400739	44	1.362,45	96.596,77	1.362,45	101.664,01	1.362,45	98.053,57
0,410196803	45	1.335,73	97.932,50	1.335,73	103.009,74	1.335,73	99.389,30
0,402153728	46	1.309,54	99.242,04	1.309,54	104.339,28	1.309,54	100.698,84
0,394268361	47	1.283,87	100.525,91	1.283,87	105.593,15	1.283,87	101.982,71
0,386537609	48	1.258,69	101.784,60	1.258,69	106.851,84	1.258,69	103.241,40
0,37895844	49	1.234,01	103.018,61	1.234,01	108.085,85	1.234,01	104.475,41
0,371527882	50	1.209,81	104.228,42	1.209,81	109.295,67	1.209,81	105.685,23
Summe		107.463,24		110.481,76		106.871,32	

Lebenszykluskosten-Rechnung Fußbodenbelag Technik

Fläche 105 m²		Statisch		Diskontierungs- faktor	Dynamisch	
		Elastischer Belag			Elastischer Belag	
		Linoleum			Linoleum	
Unterhalts- reinigung p.a. 157,92 €		Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)		Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)
Legende:				1	2.630,75	2.630,75
Erstkosten				1 0,980392157	154,82	2.785,57
Unterhaltsreinigung				2 0,961168781	151,78	2.937,35
Sonderreinigung				3 0,942322335	148,81	3.086,16
Bauunterhalt + Sonderrein.				4 0,923845426	145,89	3.232,05
Jahr 0		2.630,75	2.630,75	5 0,90573081	143,03	3.375,08
Jahr 1		157,92	2.788,67	6 0,887971382	140,22	3.515,30
Jahr 2		157,92	2.946,58	7 0,870560179	137,48	3.652,78
Jahr 3		157,92	3.104,50	8 0,853490371	134,78	3.787,56
Jahr 4		157,92	3.262,41	9 0,836755266	132,14	3.919,69
Jahr 5		157,92	3.420,33	10 0,8203483	302,20	4.221,89
Jahr 6		157,92	3.578,24	11 0,804263039	127,01	4.348,90
Jahr 7		157,92	3.736,16	12 0,788493176	124,52	4.473,41
Jahr 8		157,92	3.894,08	13 0,773032525	122,07	4.595,49
Jahr 9		157,92	4.051,99	14 0,757875025	119,68	4.715,17
Jahr 10		368,38	4.420,37	15 0,74301473	117,33	4.832,50
Jahr 11		157,92	4.578,28	16 0,728445814	115,03	4.947,53
Jahr 12		157,92	4.736,20	17 0,714162562	112,78	5.060,31
Jahr 13		157,92	4.894,11	18 0,700159375	110,57	5.170,88
Jahr 14		157,92	5.052,03	19 0,68643076	108,40	5.279,28
Jahr 15		157,92	5.209,94	20 0,672971333	247,91	5.527,18
Jahr 16		157,92	5.367,86	21 0,659775817	104,19	5.631,37
Jahr 17		157,92	5.525,78	22 0,646839036	102,15	5.733,52
Jahr 18		157,92	5.683,69	23 0,634155918	100,14	5.833,66
Jahr 19		157,92	5.841,61	24 0,621721488	98,18	5.931,84
Jahr 20		368,38	6.209,98	25 0,609530871	96,25	6.028,09
Jahr 21		157,92	6.367,90	26 0,597579285	94,37	6.122,46
Jahr 22		157,92	6.525,81	27 0,585862044	92,52	6.214,98
Jahr 23		157,92	6.683,73	28 0,574374553	90,70	6.305,68
Jahr 24		157,92	6.841,65	29 0,563112307	88,92	6.394,60
Jahr 25		157,92	6.999,56	30 0,552070889	203,37	6.597,97
Jahr 26		157,92	7.157,48	31 0,54124597	85,47	6.683,45
Jahr 27		157,92	7.315,39	32 0,530633304	83,80	6.767,24
Jahr 28		157,92	7.473,31	33 0,520228729	82,15	6.849,39
Jahr 29		157,92	7.631,22	34 0,510028166	80,54	6.929,93
Jahr 30		368,38	7.999,60	35 0,500027613	78,96	7.008,90
Jahr 31		157,92	8.157,52	36 0,49022315	77,41	7.086,31
Jahr 32		157,92	8.315,43	37 0,480610932	75,90	7.162,21
Jahr 33		157,92	8.473,35	38 0,471187188	74,41	7.236,61
Jahr 34		157,92	8.631,26	39 0,461948223	72,95	7.309,56
Jahr 35		157,92	8.789,18	40 0,452890415	1.739,54	9.049,10
Jahr 36		157,92	8.947,09	41 0,444010211	70,12	9.119,22
Jahr 37		157,92	9.105,01	42 0,435304128	68,74	9.187,96
Jahr 38		157,92	9.262,92	43 0,426768753	67,39	9.255,35
Jahr 39		157,92	9.420,84	44 0,418400739	66,07	9.321,42
Jahr 40		3.840,97	13.261,81	45 0,410196803	64,78	9.386,20
Jahr 41		157,92	13.419,72	46 0,402153728	63,51	9.449,71
Jahr 42		157,92	13.577,64	47 0,394268361	62,26	9.511,97
Jahr 43		157,92	13.735,55	48 0,386537609	61,04	9.573,01
Jahr 44		157,92	13.893,47	49 0,37895844	59,84	9.632,85
Jahr 45		157,92	14.051,38	50 0,371527882	58,67	9.691,52
Jahr 46		157,92	14.209,30			
Jahr 47		157,92	14.367,22			
Jahr 48		157,92	14.525,13			
Jahr 49		157,92	14.683,05			
Jahr 50		157,92	14.840,96			
Summe		14.840,96			9.691,52	



Lebenszykluskosten-Rechnung Fußbodenbelag WC-Räume

Fläche 166 m²

Unterhalts-
reinigung p.a. 12.482,58 €

Legende:

Erstkosten

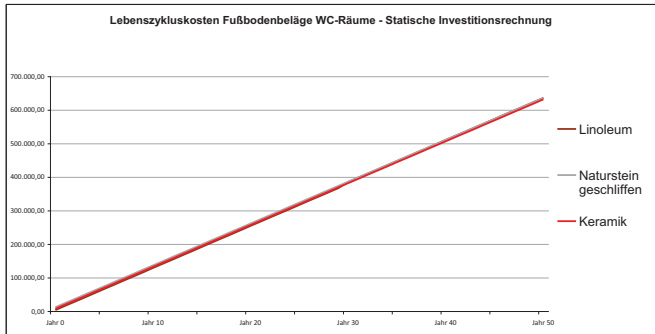
Unterhaltsreinigung

Sonderreinigung

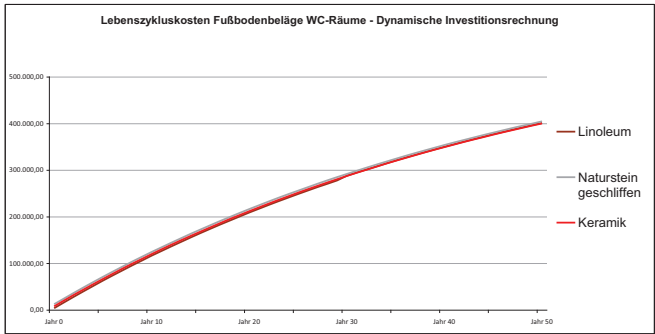
Baunterhalt

Baunterhalt + Sonderrein.

	Statische Investitionsrechnung				
	Elastischer Belag		Hartbelag		
	Linoleum		Naturstein geschliffen	Keramik	
	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)
Jahr 0	4.159,00	4.159,00	12.643,36	12.643,36	8.151,64
Jahr 1	12.482,58	16.641,58	12.482,58	25.125,94	12.482,58
Jahr 2	12.482,58	29.124,17	12.482,58	37.608,53	12.482,58
Jahr 3	12.482,58	41.606,75	12.482,58	50.091,11	12.482,58
Jahr 4	12.482,58	54.089,34	12.482,58	62.573,70	12.482,58
Jahr 5	12.815,30	66.904,64	12.482,58	75.056,28	12.482,58
Jahr 6	12.482,58	79.387,23	12.482,58	87.538,87	12.482,58
Jahr 7	12.482,58	91.869,81	12.482,58	100.021,45	12.482,58
Jahr 8	12.482,58	104.352,40	12.482,58	112.504,04	12.482,58
Jahr 9	12.482,58	116.834,98	12.482,58	124.986,62	12.482,58
Jahr 10	12.815,30	129.650,29	12.482,58	137.469,21	12.482,58
Jahr 11	12.482,58	142.132,87	12.482,58	149.951,79	12.482,58
Jahr 12	12.482,58	154.615,46	12.482,58	162.434,38	12.482,58
Jahr 13	12.482,58	167.098,04	12.482,58	174.916,96	12.482,58
Jahr 14	12.482,58	179.580,63	12.482,58	187.399,55	12.482,58
Jahr 15	12.815,30	192.395,93	12.482,58	199.882,13	12.482,58
Jahr 16	12.482,58	204.878,52	12.482,58	212.364,72	12.482,58
Jahr 17	12.482,58	217.361,10	12.482,58	224.847,30	12.482,58
Jahr 18	12.482,58	229.843,69	12.482,58	237.329,89	12.482,58
Jahr 19	12.482,58	242.326,27	12.482,58	249.812,47	12.482,58
Jahr 20	12.815,30	255.141,58	12.482,58	262.295,06	12.482,58
Jahr 21	12.482,58	267.624,16	12.482,58	274.777,64	12.482,58
Jahr 22	12.482,58	280.106,75	12.482,58	287.260,23	12.482,58
Jahr 23	12.482,58	292.589,33	12.482,58	299.742,81	12.482,58
Jahr 24	12.482,58	305.071,92	12.482,58	312.225,40	12.482,58
Jahr 25	12.815,30	317.887,22	12.482,58	324.707,98	12.482,58
Jahr 26	12.482,58	330.369,81	12.482,58	337.190,57	12.482,58
Jahr 27	12.482,58	342.852,39	12.482,58	349.673,15	12.482,58
Jahr 28	12.482,58	355.334,98	12.482,58	362.155,74	12.482,58
Jahr 29	12.482,58	367.817,56	12.482,58	374.638,32	12.482,58
Jahr 30	18.305,18	386.122,75	12.482,58	387.120,91	12.482,58
Jahr 31	12.482,58	398.605,33	12.482,58	399.603,49	12.482,58
Jahr 32	12.482,58	411.087,92	12.482,58	412.086,08	12.482,58
Jahr 33	12.482,58	423.570,50	12.482,58	424.568,66	12.482,58
Jahr 34	12.482,58	436.053,09	12.482,58	437.051,25	12.482,58
Jahr 35	12.815,30	448.868,39	12.482,58	449.533,83	12.482,58
Jahr 36	12.482,58	461.350,98	12.482,58	462.016,42	12.482,58
Jahr 37	12.482,58	473.833,56	12.482,58	474.499,00	12.482,58
Jahr 38	12.482,58	486.316,15	12.482,58	486.981,59	12.482,58
Jahr 39	12.482,58	498.798,73	12.482,58	499.464,17	12.482,58
Jahr 40	12.815,30	511.614,04	12.482,58	511.946,76	12.482,58
Jahr 41	12.482,58	524.096,62	12.482,58	524.429,34	12.482,58
Jahr 42	12.482,58	536.579,21	12.482,58	536.911,93	12.482,58
Jahr 43	12.482,58	549.061,79	12.482,58	549.394,51	12.482,58
Jahr 44	12.482,58	561.544,38	12.482,58	561.877,10	12.482,58
Jahr 45	12.815,30	574.359,68	12.482,58	574.359,68	12.482,58
Jahr 46	12.482,58	586.842,27	12.482,58	586.842,27	12.482,58
Jahr 47	12.482,58	599.324,85	12.482,58	599.324,85	12.482,58
Jahr 48	12.482,58	611.807,44	12.482,58	611.807,44	12.482,58
Jahr 49	12.482,58	624.290,02	12.482,58	624.290,02	12.482,58
Jahr 50	12.482,58	636.772,61	12.482,58	636.772,61	12.482,58
Summe	636.772,61		636.772,61	632.280,89	

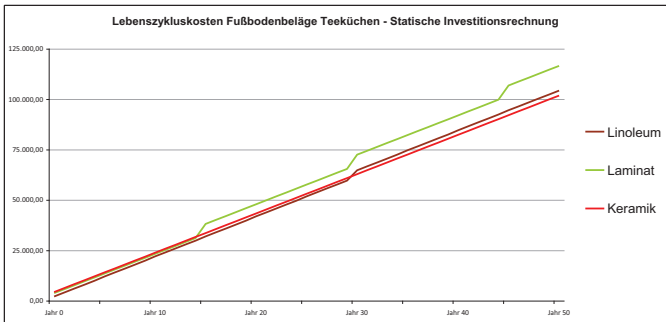


Diskonten- tungs- faktor	Dynamische Investitionsrechnung				
	Elastischer Belag		Hartbelag		
	Linoleum		Naturstein geschliffen	Keramik	
	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)
1	4.159,00	4.159,00	12.643,36	12.643,36	8.151,64
1 0,980392157	12.237,83	16.396,83	12.237,83	24.881,19	12.237,83
2 0,961168781	11.997,87	28.394,70	11.997,87	36.879,06	11.997,87
3 0,942322335	11.762,62	40.157,32	11.762,62	48.641,68	11.762,62
4 0,923845426	11.531,98	51.689,30	11.531,98	60.173,66	11.531,98
5 0,90573081	11.607,22	63.296,51	11.305,86	71.479,52	11.305,86
6 0,887971382	11.084,18	74.380,69	11.084,18	82.563,70	11.084,18
7 0,870560179	10.866,84	85.247,53	10.866,84	93.430,54	10.866,84
8 0,853490371	10.653,77	95.901,30	10.653,77	104.084,30	10.653,77
9 0,836755266	10.444,87	106.346,17	10.444,87	114.529,17	10.444,87
10 0,8203483	10.513,01	116.859,18	10.240,07	124.769,24	10.240,07
11 0,804263039	10.039,28	126.898,46	10.039,28	134.808,52	10.039,28
12 0,788493176	9.842,43	136.740,90	9.842,43	144.650,96	9.842,43
13 0,773032525	9.649,44	146.390,34	9.649,44	154.300,40	9.649,44
14 0,757875025	9.460,24	155.850,58	9.460,24	163.760,64	9.460,24
15 0,74301473	9.521,96	165.372,54	9.274,74	173.035,38	9.274,74
16 0,728445814	9.092,89	174.465,43	9.092,89	182.128,27	9.092,89
17 0,714162562	8.914,59	183.380,02	8.914,59	191.042,86	8.914,59
18 0,700159375	8.739,80	192.119,82	8.739,80	199.782,66	8.739,80
19 0,68643076	8.568,43	200.688,25	8.568,43	208.351,09	8.568,43
20 0,672971333	8.624,33	209.312,58	8.400,42	216.751,52	8.400,42
21 0,659775817	8.235,71	217.548,29	8.235,71	224.987,22	8.235,71
22 0,646839036	8.074,22	225.622,51	8.074,22	233.061,45	8.074,22
23 0,634155918	7.915,91	233.538,42	7.915,91	240.977,35	7.915,91
24 0,621721488	7.760,69	241.299,11	7.760,69	248.738,04	7.760,69
25 0,609530871	7.811,32	249.110,43	7.608,52	256.346,56	7.608,52
26 0,597579285	7.459,33	256.569,77	7.459,33	263.805,90	7.459,33
27 0,585862044	7.313,07	263.882,84	7.313,07	271.118,97	7.313,07
28 0,574374553	7.169,68	271.052,52	7.169,68	278.288,65	7.169,68
29 0,563112307	7.029,10	278.081,62	7.029,10	285.317,75	7.029,10
30 0,552070889	10.105,76	288.187,38	6.891,27	292.209,02	6.891,27
31 0,54124597	6.756,15	294.943,53	6.756,15	298.965,17	6.756,15
32 0,530633304	6.623,68	301.567,20	6.623,68	305.588,84	6.623,68
33 0,520228729	6.493,80	308.061,00	6.493,80	312.082,64	6.493,80
34 0,510028166	6.366,47	314.427,47	6.366,47	318.449,11	6.366,47
35 0,500027613	6.408,01	320.835,48	6.241,64	324.690,75	6.241,64
36 0,49022315	6.119,25	326.954,73	6.119,25	330.810,00	6.119,25
37 0,480610932	5.999,27	332.954,00	5.999,27	336.809,27	5.999,27
38 0,471187188	5.881,63	338.835,63	5.881,63	342.690,90	5.881,63
39 0,461948223	5.766,31	344.601,94	5.766,31	348.457,21	5.766,31
40 0,452890415	5.803,93	350.405,87	5.653,24	354.110,45	5.653,24
41 0,444010211	5.542,40	355.948,26	5.542,40	359.652,85	5.542,40
42 0,435304128	5.433,72	361.381,98	5.433,72	365.086,57	5.433,72
43 0,426768753	5.327,18	366.709,16	5.327,18	370.413,75	5.327,18
44 0,418400739	5.222,72	371.931,88	5.222,72	375.636,47	5.222,72
45 0,410196803	5.256,80	377.188,68	5.120,32	380.756,79	5.120,32
46 0,402153728	5.019,92	382.208,60	5.019,92	385.776,70	5.019,92
47 0,394268361	4.921,49	387.130,09	4.921,49	390.698,19	4.921,49
48 0,386537609	4.824,99	391.955,08	4.824,99	395.523,18	4.824,99
49 0,37895844	4.730,38	396.685,46	4.730,38	400.253,56	4.730,38
50 0,371527882	4.637,63	401.323,08	4.637,63	404.891,19	4.637,63
Summe	401.323,08		404.891,19	400.399,47	

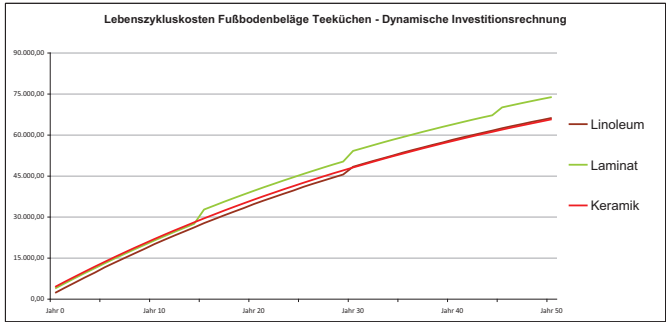


Lebenszykluskosten-Berechnung Fußbodenbelag Teeküchen

Fläche	91 m²	Statische Investitionsrechnung				
		Elastischer Belag		Hartbelag		
		Linoleum	Laminat	Keramik		
		Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten kumuliert (€)
Unterhalts- reinigung p.a.	1.950,02 €					
Legende:						
Erstkosten						
Unterhaltsreinigung						
Sonderreinigung						
Baunterhalt + Sonderrein.						
Jahr 0	2.274,00	2.274,00	3.911,28	3.911,28	4.457,04	4.457,04
Jahr 1	1.950,02	4.224,02	1.950,02	5.861,30	1.950,02	6.407,06
Jahr 2	1.950,02	6.174,03	1.950,02	7.811,31	1.950,02	8.357,07
Jahr 3	1.950,02	8.124,05	1.950,02	9.761,33	1.950,02	10.307,09
Jahr 4	1.950,02	10.074,06	1.950,02	11.711,34	1.950,02	12.257,10
Jahr 5	2.131,94	12.206,00	1.950,02	13.661,36	1.950,02	14.207,12
Jahr 6	1.950,02	14.156,01	1.950,02	15.611,37	1.950,02	16.157,13
Jahr 7	1.950,02	16.106,03	1.950,02	17.561,39	1.950,02	18.107,15
Jahr 8	1.950,02	18.056,04	1.950,02	19.511,40	1.950,02	20.057,16
Jahr 9	1.950,02	20.006,06	1.950,02	21.461,42	1.950,02	22.007,18
Jahr 10	2.131,94	22.137,99	1.950,02	23.411,43	1.950,02	23.957,19
Jahr 11	1.950,02	24.088,01	1.950,02	25.361,45	1.950,02	25.907,21
Jahr 12	1.950,02	26.038,02	1.950,02	27.311,46	1.950,02	27.857,22
Jahr 13	1.950,02	27.988,04	1.950,02	29.261,48	1.950,02	29.807,24
Jahr 14	1.950,02	29.938,05	1.950,02	31.211,49	1.950,02	31.757,25
Jahr 15	2.131,94	32.069,99	1.950,02	33.255,27	1.950,02	33.707,27
Jahr 16	1.950,02	34.020,01	1.950,02	40.205,29	1.950,02	35.657,29
Jahr 17	1.950,02	35.970,02	1.950,02	42.155,30	1.950,02	37.607,30
Jahr 18	1.950,02	37.920,04	1.950,02	44.105,32	1.950,02	39.557,32
Jahr 19	1.950,02	39.870,05	1.950,02	46.055,33	1.950,02	41.507,33
Jahr 20	2.131,94	42.001,99	1.950,02	48.005,35	1.950,02	43.457,35
Jahr 21	1.950,02	43.952,00	1.950,02	49.955,36	1.950,02	45.407,36
Jahr 22	1.950,02	45.902,02	1.950,02	51.905,38	1.950,02	47.357,38
Jahr 23	1.950,02	47.852,03	1.950,02	53.855,39	1.950,02	49.307,39
Jahr 24	1.950,02	49.802,05	1.950,02	55.805,41	1.950,02	51.257,41
Jahr 25	2.131,94	51.933,98	1.950,02	57.755,42	1.950,02	53.207,42
Jahr 26	1.950,02	53.884,00	1.950,02	59.705,44	1.950,02	55.157,44
Jahr 27	1.950,02	55.834,01	1.950,02	61.655,45	1.950,02	57.107,45
Jahr 28	1.950,02	57.784,03	1.950,02	63.605,47	1.950,02	59.057,47
Jahr 29	1.950,02	59.734,04	1.950,02	65.555,48	1.950,02	61.007,48
Jahr 30	5.133,62	64.867,66	7.043,78	72.599,26	1.950,02	62.957,50
Jahr 31	1.950,02	66.817,68	1.950,02	74.549,28	1.950,02	64.907,52
Jahr 32	1.950,02	68.767,69	1.950,02	76.499,29	1.950,02	66.857,53
Jahr 33	1.950,02	70.717,71	1.950,02	78.449,31	1.950,02	68.807,55
Jahr 34	1.950,02	72.667,72	1.950,02	80.399,32	1.950,02	70.757,56
Jahr 35	2.131,94	74.799,66	1.950,02	82.349,34	1.950,02	72.707,58
Jahr 36	1.950,02	76.749,67	1.950,02	84.299,35	1.950,02	74.657,59
Jahr 37	1.950,02	78.699,69	1.950,02	86.249,37	1.950,02	76.607,61
Jahr 38	1.950,02	80.649,70	1.950,02	88.199,38	1.950,02	78.557,62
Jahr 39	1.950,02	82.599,72	1.950,02	90.149,40	1.950,02	80.507,64
Jahr 40	2.131,94	84.731,65	1.950,02	92.099,41	1.950,02	82.457,65
Jahr 41	1.950,02	86.681,67	1.950,02	94.049,43	1.950,02	84.407,67
Jahr 42	1.950,02	88.631,68	1.950,02	95.999,44	1.950,02	86.357,68
Jahr 43	1.950,02	90.581,70	1.950,02	97.949,46	1.950,02	88.307,70
Jahr 44	1.950,02	92.531,71	1.950,02	99.899,47	1.950,02	90.257,71
Jahr 45	2.131,94	94.663,65	1.950,02	101.849,49	1.950,02	92.207,73
Jahr 46	1.950,02	96.613,67	1.950,02	103.799,50	1.950,02	94.157,74
Jahr 47	1.950,02	98.563,68	1.950,02	105.749,52	1.950,02	96.107,76
Jahr 48	1.950,02	100.513,70	1.950,02	107.699,53	1.950,02	98.057,78
Jahr 49	1.950,02	102.463,71	1.950,02	109.649,55	1.950,02	100.007,79
Jahr 50	1.950,02	104.413,73	1.950,02	111.599,56	1.950,02	101.957,81
Summe		104.413,73		116.693,33		101.957,81



Diskontierungs- faktor	1	Dynamische Investitionsrechnung				
		Elastischer Belag		Hartbelag		
		Linoleum	Laminat	Keramik		
		Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten p.a. (€)	Kosten kumuliert (€)	Kosten kumuliert (€)
1	2.274,00	2.274,00	3.911,28	3.911,28	4.457,04	4.457,04
2	1.911,78	4.185,78	1.911,78	5.823,06	1.911,78	6.368,82
3	1.874,29	6.060,07	1.874,29	7.697,35	1.874,29	8.243,11
4	1.837,54	7.897,62	1.837,54	9.534,90	1.837,54	10.080,66
5	1.801,51	9.699,13	1.801,51	11.336,41	1.801,51	11.882,17
6	1.766,19	11.630,09	1.766,19	13.102,60	1.766,19	13.648,36
7	1.731,56	13.361,65	1.731,56	14.834,16	1.731,56	15.379,92
8	1.697,61	15.059,25	1.697,61	16.531,76	1.697,61	17.077,52
9	1.664,32	16.723,57	1.664,32	18.196,08	1.664,32	18.741,84
10	1.631,69	18.355,26	1.631,69	19.827,77	1.631,69	20.373,53
11	1.599,69	20.104,19	1.599,69	21.427,46	1.599,69	21.973,22
12	1.568,33	21.672,51	1.568,33	22.995,78	1.568,33	23.541,54
13	1.537,57	23.210,09	1.537,57	24.533,36	1.537,57	25.079,12
14	1.507,43	24.717,51	1.507,43	26.040,78	1.507,43	26.586,54
15	1.477,87	26.195,38	1.477,87	27.518,65	1.477,87	28.064,41
16	1.448,06	27.779,44	1.448,06	29.036,91	1.448,06	29.513,30
17	1.420,48	29.199,92	1.420,48	30.595,39	1.420,48	30.933,78
18	1.392,63	30.592,55	1.392,63	32.198,02	1.392,63	32.326,41
19	1.365,32	31.957,87	1.365,32	33.843,34	1.365,32	33.691,73
20	1.338,55	33.296,42	1.338,55	35.531,89	1.338,55	35.030,28
21	1.312,30	34.731,15	1.312,30	37.263,68	1.312,30	36.342,59
22	1.286,57	36.017,72	1.286,57	39.039,25	1.286,57	37.629,16
23	1.261,35	37.279,07	1.261,35	40.859,60	1.261,35	38.890,50
24	1.236,61	38.515,68	1.236,61	42.715,21	1.236,61	40.137,12
25	1.212,37	39.728,05	1.212,37	44.606,42	1.212,37	41.359,48
26	1.188,59	41.027,53	1.188,59	46.532,56	1.188,59	42.558,08
27	1.165,29	42.192,82	1.165,29	48.493,35	1.165,29	43.733,37
28	1.142,44	43.335,26	1.142,44	50.488,79	1.142,44	44.885,81
29	1.120,04	44.455,30	1.120,04	52.519,83	1.120,04	46.015,85
30	1.098,08	45.553,38	1.098,08	54.587,49	1.098,08	47.123,92
31	1.076,55	46.631,93	1.076,55	56.691,98	1.076,55	48.209,47
32	1.055,44	47.691,37	1.055,44	58.833,91	1.055,44	49.272,91
33	1.034,74	48.731,11	1.034,74	60.994,86	1.034,74	50.314,65
34	1.014,45	49.751,56	1.014,45	63.185,81	1.014,45	51.335,10
35	994,56	50.752,12	994,56	65.406,76	994,56	52.334,66
36	975,06	51.733,18	975,06	67.657,71	975,06	53.312,72
37	955,94	52.694,12	955,94	69.938,66	955,94	54.269,27
38	937,20	53.635,32	937,20	72.249,61	937,20	55.204,47
39	918,82	54.556,14	918,82	74.590,56	918,82	56.118,29
40	900,81	55.456,95	900,81	76.961,51	900,81	57.010,10
41	883,14	56.337,76	883,14	79.362,46	883,14	57.880,64
42	865,83	57.198,59	865,83	81.793,41	865,83	58.729,47
43	848,85	58.039,44	848,85	84.254,36	848,85	59.556,32
44	832,21	58.860,29	832,21	86.745,31	832,21	60.361,53
45	815,89	59.661,14	815,89	89.266,26	815,89	61.145,41
46	799,89	60.441,99	799,89	91.817,21	799,89	61.908,30
47	784,21	61.202,84	784,21	94.398,16	784,21	62.650,18
48	768,83	61.943,69	768,83	96.999,11	768,83	63.371,06
49	753,75	62.664,44	753,75	99.620,06	753,75	64.070,94
50	738,97	63.365,19	738,97	102.261,01	738,97	64.749,91
Summe		66.238,55		73.874,09		65.733,55



Literaturverzeichnis

Dissertationen, Fachbücher, Hochschulschriften, Sammelwerke

Back-Hock, Andrea

Computergestützter Produktlebenszyklus, in: Handbuch des Elektronik Marketing, Hermanns, A. / Fleger, V. (Hrsg.), München, 1992.

Balck, Henning

Prozessleitbild für das Life Cycle Management von Immobilienprojekten, Hochschule Mittweida, Mittweida, Vorlesungsskript, 2004.

Baumholzer, Elisabeth

Handbuch Objektbezogene Leistungskennzahlen für den Reinigungsdienst im Altenheim REFA-Fachausschuss Gebäudereinigung (Hrsg.), Weinheim: o.V., 1998.

Brauer, Kerry-U. (Hrsg.)

Grundlagen der Immobilienwirtschaft, Recht – Steuern – Marketing – Finanzierung – Bestandsmanagement – Projektentwicklung, 5., vollständig überarbeitete Auflage, Wiesbaden: Gabler Verlag, 2006.

Dietrich, Reinhard

Entwicklung werthaltiger Immobilien, Einflussgrößen – Methoden – Werkzeuge, 1. Auflage, Wiesbaden: B.G. Teubner Verlag, 2005.

Funke, H.

Gross, I.; Großmann-Schnatz, I.; Weinberger-Miller, P.: Raumreinigung und Raumpflege, Datensammlung, Darmstadt:KTBL, 1997.

Kruschwitz, Lutz

Investitionsrechnung, 9., neu bearbeitete Auflage, München: Oldenbourg Verlag, 2003.

Lutz, Walter

Handbuch Facility Management, Gebäudebewirtschaftung und Dienstleistungen, Landsberg: ecomed 1996.

Milivojevic, Natascha

Grundsatzüberlegungen für ein Facility Management-Konzept für kleine und mittlere Unternehmen, 57 Seiten, Nürtingen, Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen, Fakultät IV, Diplomarbeit, 2004.

Naber, Sabine

Planung unter Berücksichtigung der Baunutzungskosten als Aufgabe des Architekten im Feld des Facility Management, Brandenburgische Technische Universität, Cottbus, Dissertation, Frankfurt am Main: Lang, 2002.

Nagel, Ulrich

Facility Management, Ein Praxishandbuch für Architekten und Ingenieure, Basel; Boston; Berlin: Birkhäuser Verlag AG, 2007.

Neumann, Eva

Henning, Armin; Outsourcing im Dienstleistungsbereich, Entscheidungshilfen für die Zusammenarbeit mit Reinigungsfirmen, Stuttgart: Hugo Matthes Verlag, 1999.

Olfert, Klaus (Hrsg.)

Kostenrechnung, 14., aktualisierte und durchgesehene Auflage, Kompendium der praktischen Betriebswirtschaft, Ludwigshafen: Friedrich Kiehl Verlag, 2005.

Olfert, Klaus (Hrsg.)

Investition, 9., durchgesehene und aktualisierte Auflage, Kompendium der praktischen Betriebswirtschaft, Ludwigshafen: Friedrich Kiehl Verlag, 2003.

Pelzeter, Andrea

Lebenszykluskosten von Immobilien – Einfluss von Lage, Gestaltung und Umwelt, Schriften zu Immobilienökonomie, Band 36, hrsg. von Schulte, Karl-Werner; Bone-Winkel, Stephan, European Business School, Oestrich-Winkel, Dissertation, Köln: Rudolf Müller, 2006.

Schmoll, Fritz (Hrsg.)

Basiswissen Immobilienwirtschaft, 2. vollständig aktualisierte und erweiterte Auflage, Berlin: Grundeigentum-Verlag, 2007.

Schneider, Hermann

Facility Management, planen – einführen – nutzen, 2., überarbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag, 2004.

Schulte, Karl – Werner (Hrsg.)

Allendorf, Georg J.; Bobber, Michael; Bone-Winkel, Stephan; „..“: Immobilienökonomie, Band 1: Betriebswirtschaftliche Grundlagen, 4. Auflage, München: Oldenbourg Verlag, 2008.

Wellner, Kristin

Einführung in das Immobilienmanagement, Hochschule Mittweida, Mittweida, Vorlesungsskript, 2006.

Wellner, Kristin

Immobilienmanagement und -investition, Hochschule Mittweida, Mittweida, Vorlesungsskript, 2008.

Wiedenmann, Markus

Risikomanagement bei der Immobilien-Projektentwicklung unter besonderer Berücksichtigung der Risikoanalyse und Risikoquantifizierung, Universität Leipzig, Dissertation, Norderstedt: Books on Demand GmbH, 2005.

Zehrer, Hartmut; Sasse, Eberhard (Hrsg.)

Handbuch Facility Management, o.O: Ecomed, 2005.

*Quellen aus dem Internet***o.V.**

Sächsisches Staatsministerium für Soziales und Verbraucherschutz, Einweihung Neubau US-Generalkonsulat in Leipzig , URL: <<http://www.sms.sachsen.de/5887.html>>, verfügbar am 18.04.2010.

o.V.

Arbeitskreis Dienstleister im Gesundheitswesen, Broschüre "Reinigungsfreundliche Bau- und Einrichtungsplanung für Krankenhäuser und Kliniken", URL: <http://www.ak-dig.de/planung.html>, verfügbar am 18.02.2010.

o.V.

Kostenrechnung, URL:

<<http://www.wirtschaftslexikon24.net/d/kostenrechnung/kostenrechnung.htm>>, verfügbar am 09.04.2010.

o.V.

Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH, Wie unterscheidet sich die BKI-Datenbank von anderen Datenbanken?, URL:

<<http://www.bki.de/baukosten/index.htm>>, vom 30.04.2002, verfügbar am 26.02.2010.

o.V.

Kalkulationszinssatz, URL:

<www.wirtschaftslexikon24.net/d/kalkulationszinssatz/kalkulationszinssatz.htm>, verfügbar am 11.04.2010.

o.V.

Estrich, URL: <<http://www.hausbautipps24.de/online-ratgeber/ratgeber-hausbau/estrich.html>>, verfügbar am 18.04.2010.

o.V.

Estrich, URL: <<http://www.fliesenlegermeister-napoli.de/service/lexikon/4/Estrich.jpg>>, verfügbar am 02.04.2010.

o.V.

Elastische Bodenbeläge, URL: <<http://bodenbelaege-aro.de/hp408/Elastische-Bodenbelaege.htm>>, verfügbar am 06.03.2010.

o.V.

Ceresana Research, Polyvinylchlorid, URL:

<<http://www.ceresana.com/de/wissen/produkte/kunststoffe/polyvinylchlorid>>, verfügbar am 06.03.2010.

o.V.

Steinkristallisation, URL:

<http://www.propperty.de/demo/index.php?option=com_content&view=article&id=137&Itemid=124>, verfügbar am 20.04.2010.

o.V.

Personelle Struktur in der Reinigung, URL: <http://hauswirtschaft.loel.hs-anhalt.de/selbstlernkurs/kurs/themen_druck.php?kurs=1&lenr=3&id=9>, verfügbar am 13.03.2010.

Reiner, Frank

Linoleum – Reinigung und Pflegeempfehlung, <http://www.bodenleger-berlin.de/Anleitungen/DLW,%20Linoleum.htm>, 11/2001, verfügbar am 28.03.2010.

Schmidt, Wolf

Bodenbeläge, URL: <<http://www.wohnatelier.de/bodenbelaege.htm>>, abgerufen am 06.03.2010.

Schmidt, Wolf

Textile Beläge, URL: <http://www.wohnatelier.de/raumausstattung/textile_belaege.htm>, verfügbar am 06.03.2010.

Schmidt, Wolf

Laminatboden, URL: <<http://www.wohnatelier.de/bodenbelaege/laminatboden.htm>>, verfügbar am 06.03.2010.

Schmidt, Wolf

Keramikbeläge, URL: <<http://www.wohnatelier.de/raumausstattung/keramikbelaege.htm>>, verfügbar am 06.03.10.

Schmidt, Wolf

Holzfußböden, URL: <<http://www.wohnatelier.de/raumausstattung/holzfussboeden.htm>>, verfügbar am 06.03.2010.

*Zeitschriftenartikel***Kiesewetter, Frank**

Sorsch, Thomas; Berücksichtigung von Facility Management-Aspekten während der Projektentwicklung, Den Grad der „FM-Qualität“ kann man messen, in: Immobilien Zeitung, 07/2004, S.18.

Lutz, Walter

Stellenschlüssel für Reinigungspersonal (Beitrag im Expertenforum), in: Rationelle Hauswirtschaft 38, (2001a) 4, S.6.

Möller, Dietrich-Alexander

Wirtschaftlichkeit als Beurteilungskriterium im Architektenwettbewerb, Baden-Württemberg: DAB Deutsches Architektenblatt, Jg. 30 (1998), Nr. 2, S.179-183.

Pelzeter, Andrea

Lebenszykluskosten auf dem Weg zum Benchmark, in: Facility Management, 06/2009, S. 35-37.

*Firmenschriften, Forschungsberichte***Amerstorfer, Alexandra**

Fechner, Johannes, 17&4 Organisationsberatung GmbH: Kriterien Innenraum: Polyolefin-Beläge, 1. Überarbeitung, o.J.

Gudat, Horst

Facility Management - Prinzipien in der Neubauplanung -Wie können Gebäudedienstleister den Planungsprozess unterstützen?, GegenbauerBosse Gebäudeservice GmbH & Co. KG, Hannover, o.J.

Hampe, K.-H.

Einfluß der Gebäudeplanung und Gebäudeausstattung auf die Reinigungskosten, Institut für Bauforschung e.V., Forschungsbericht Nr. 558, Hannover: Informationszentrum für Raum und Bau der Frauenhofer-Gesellschaft, 1979.

Kommunale Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsvereinfachung (KGSt)

Bauplanung und Reinigungskosten, Bericht Nr. 22/1982, Köln, 1982.

Lutz, Martin

Lebenszykluskosten von Fußbodenbelägen, 8. überarbeitete Auflage, Forschungs- und Prüfinstitut für Facility Management GmbH, Forschungsbericht Nr.2, Metzingen: Lutz-Fachbücher, 2010.

Rausch, Andreas

Arcadis Facility Management GmbH, E-Mail, 17.02.2010.

Rausch, Andreas

Arcadis Facility Management GmbH, Telefonat, 04.03.2010.

o.V.

Gebäudereinigerinnung Chemnitz/Dresden, Mindestlohtarifvertrag, 01.01.2009.

o.V.

Bundesinnungsverband des Gebäudereiniger-Handwerks, Kalkulation in der Gebäudereinigung, Bonn 2006.

o.V.

Vertrags-/Finanzierungsmodelle, Arcadis Immobilien Consulting GmbH, o.J.

Timmer, Heiko

Lebenszyklusoptimierte Planung, Ingenieurbüro Timmer Reichel GmbH, Haan, 2007.

*Normen, Richtlinien, Verordnungen***DIN 18960**

Nutzungskosten im Hochbau, 1996.

DIN 276-1

Kosten im Bauwesen, Teil 1: Hochbau, 2006.

DIN 31051

Grundlagen der Instandhaltung, 2003.

GEFMA 200

Kostenrechnung im Facility Management; Nutzungskosten von Gebäuden und Diensten, 1996.

GEFMA 220-1

Lebenszykluskostenrechnung im FM; Einführung und Grundlagen, 2006.

GEFMA 300

Benchmarking im Facility Management; Bezugsgrößen, Anwendung, 1996.

HOAI

Honorarordnung für Architekten und Ingenieure, i.d.F. v. 30.04.2009.

WertR

Wertermittlungsrichtlinie, i.d.F. v. 01.03.2006.

Selbstständigkeitserklärung

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Ch. Seidel

Dresden, 27.04.2010

Unterschrift